Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung Allium nebst einigen Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen Allioideae und Amaryllidoideae

von

Johanna Menz.

Aus dem botanischen Laboratorium der k. k. Universität in Graz.

(Mit 3 Tafeln und 16 Textfiguren.)

Nebst einer Vorbemerkung von **K. Fritsch.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. April 1910.)

Vorbemerkung.

Die Ordnung der Liliifloren umfaßt nach Engler[1] neun Familien: die Juncaceen, Stemonaceen, Liliaceen, Haemodoraceen, Amaryllidaceen, Velloziaceen, Taccaceen, Dioscoreaceen und Iridaceen. Wettstein[2] rechnet außerdem auch noch die Pontederiaceen, Cyanastraceen, Philydraceen, Flagellariaceen, Bromeliaceen, Burmanniaceen und Repateaceen zu den Liliifloren, wodurch sich die Zahl der Familien auf 16 erhöht. Ich selbst fasse den Begriff der Liliifloren enger, indem ich nicht nur alle von Wettstein neuerdings einbezogenen Familien, sondern auch noch die Juncaceen aus dieser Ordnung ausschließe.[3]

Unter allen genannten Familien ist die der Liliaceen nicht nur die artenreichste, sondern auch die heterogenste, da sie Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus umfaßt. Ich habe

---

[1] Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien, 6. Auflage, p. 101 bis 108.

[2] Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik, II, p. 484 ff.

[3] Vgl. die von mir besorgte 3. Auflage von Wiesner's »Organographie und Systematik der Pflanzen«, p. 376 ff. und die Noten 302 bis 305.

deshalb schon wiederholt darauf hingewiesen, daß die Abgrenzung dieser Familie revisionsbedürftig ist und daß ein annähernd natürliches System der Liliifloren nur unter Zugrundelegung aller Merkmale, nicht nur jener des Blütenbaues, gewonnen werden könnte.[1] Insbesondere dürfte sich dann eine Zerlegung der Liliaceen in mehrere Familien[2] und ein engerer Anschluß gewisser Amaryllidaceen an einzelne Typen der Liliaceen ergeben.

Da die Berücksichtigung der Blütenmorphologie allein bisher nicht zu einem befriedigenden System geführt hat, liegt der Gedanke sehr nahe, die Anatomie der Vegetationsorgane für die Systematik heranzuziehen, wie das von Radlkofer und seiner Schule bei sehr vielen Dicotylen, von Palla[3] und Rikli[4] bei den Cyperaceen mit Erfolg durchgeführt wurde. Selbstverständlich darf man nicht daran denken, auf Grund der anatomischen Befunde allein eine neue Gruppierung zu versuchen,[5] sondern man muß diese nur auch mit in Betracht ziehen. Da nun aber über die anatomischen Verhältnisse der Liliifloren verhältnismäßig wenig bekannt ist, namentlich eine zusammenfassende Arbeit darüber ganz fehlt, so habe ich mich entschlossen, zunächst durch einige meiner Schüler anatomische Spezialuntersuchungen über die einzelnen Gruppen der Liliifloren vornehmen zu lassen.

Als erste dieser Spezialuntersuchungen liegt nun die Arbeit von Fräulein Johanna Menz über die Allioideen, speziell die Gattung *Allium*, vor. Ich veranlaßte Fräulein Menz, zum Vergleich auch einige *Amaryllideae* (s. str.) heranzuziehen, weil die große habituelle Ähnlichkeit mancher Allioideen mit ge-

---

[1] Vgl. meine Ausführungen in Verhandl. d. zoolog. botan. Gesellschaft in Wien, XL (1890), Sitzungsberichte, p. 47 bis 48; ferner in Mitteilungen des Naturwiss. Vereines für Steiermark, Bd. 44 (1907), p. 13 bis 14.

[2] Die bisherigen Versuche dieser Art sind nicht als vollkommen gelungen zu bezeichnen.

[3] In mehreren Abhandlungen sowie in Koch-Hallier's »Synopsis«, p. 2515 ff.

[4] Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, XXVII (1895).

[5] Vielleicht ist man bei den Cyperaceen hierin schon zu weit gegangen, z. B. in der Aufstellung der Scirpinen und Chlorocyperinen unter den Scirpoideen bei gänzlicher Zerreißung der alten Gattung *Cyperus*.

wissen Amaryllideen, die Übereinstimmung in dem Vorhandensein einer Zwiebel, grundständiger Blätter von ähnlicher Gestalt, eines Schaftes mit endständiger, doldenähnlich aussehender, aber cymöser Infloreszenz mit Hochblatthülle eine nähere Verwandtschaft vermuten läßt.

Graz, am 30. März 1910. **K. Fritsch.**

In den vorliegenden Untersuchungen über die vergleichende Anatomie der *Allioideae* muß ich von einer systematischen Gruppierung nach anatomischen Merkmalen vollends absehen, schon deswegen, weil mir infolge der Schwierigkeit, das Material zu beschaffen, nur die wenigsten Gattungen zugänglich waren.

Der Gattung *Allium*, als der artenreichsten der Gruppe, schenkte ich meine Hauptaufmerksamkeit und die wenigen übrigen untersuchten Gattungen aus dieser Gruppe zog ich nur zum Vergleiche heran; ebenso einige *Amaryllidoideae*, und zwar aus der Gruppe der *Amaryllideae*.

Wenn ich es auch gelegentlich versuchen werde, auf gewisse Beziehungen zwischen einzelnen Arten und Gattungen hinzuweisen, so möchte ich doch in erster Linie die tatsächlichen Befunde darlegen.

Von den Vertretern der drei Gruppen *Agapantheae*, *Allieae*, *Gillesieae*, in welche Engler[1] die Unterfamilie der *Allioideae* einteilt, untersuchte ich nur solche aus den ersten zwei Gruppen: *Agapantheae* und *Allieae*, während ich die *Gillesieae* völlig unberücksichtigt lassen mußte.

Die untersuchten *Allioideae*-Arten sind die folgenden:

Allium:

- *A. ampeloprasum* L.
- *A. carinatum* L.
- *A. Chamaemoly* L.
- *A. ericetorum* Thore.
- *A. fistulosum* L.
- *A. flavescens* Bess.
- *A. fuscum* W. et K.
- *A. hymenorhizum* Ledeb.
- *A. Ledebourianum* Roem. et Schult.

---

[1] Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II, 5, p. 18 und 53 ff.

A. Moly L.
A. multibulbonum Jacq.
A. neapolitanum Cyr.
A. nutans L.
A. obliquum L.
A. odorum L.
A. oleraceum L.
A. oreoprasum Schrenk.
A. paniculatum L.
A. Porrum Don.
A. roseum L.
A. rotundum L.
A. Schoenoprasum L.
A. Schraderi Rgl.
A. scorodoprasum L.
A. senescens L.
A. sibiricum L.
A. strictum Schrad.
A. subhirsutum L.
A. ursinum L.
A. Victorialis L.

Nothoscordum fragrans Kunth.
Milla uniflora R. Grah.
Brodiaea capitata Smith.
Gagea lutea Ker. Gawl.[1]
Agapanthus multiflorus Willd.
Tulbaghia violacea Harv.

Aus der Gruppe der *Amaryllidoideae* wurden folgende Species untersucht:

Haemanthus:
H. coccineus L.
H. albiflos Jacq.
Galanthus nivalis L.
Leucojum aestivum L.
Amaryllis sp.
Vallota purpurea Herb.
Zephyranthes:
Z. candida Herb.
Z. rosea Lindl.
Sternbergia lutea W. et K.
Crinum:
C. longifolium Roxb.
C. ornatum Herb.
Clidanthus sp.

[1] Siehe Nachtrag.

Die Gattung *Allium* umfaßt nach E. Regel[1] 240 Species, welche in mehrere Sektionen gruppiert werden. Ich untersuchte einige Vertreter aus jeder der fünf ersten Sektionen, während mir von den zwei letzten Sektionen *Nectaroscordum* und *Microscordum*, die nur wenige Arten enthalten, keine Exemplare vorlagen.

Im folgenden werde ich mich nun, soweit ich bei Besprechung der einzelnen Organsysteme eine systematische Einteilung benötige, an die von Regel gegebene halten.

Wurzel.

Die Wurzeln sämtlicher untersuchten Species zeigen im allgemeinen einen übereinstimmenden, nämlich den für die Monocotylenwurzel typischen Bau.

Der zentrale Teil ist vom Gefäßbündel eingenommen; im Zentrum selbst kann nun ein einziges großes Gefäß auftreten oder es sind um den geometrischen Mittelpunkt der Wurzel zwei oder mehr Gefäße gelagert; endlich kann die Mitte selbst von Parenchymgewebe eingenommen werden. Vom Zentrum strahlen radialwärts größere oder kleinere Hadromplatten in verschiedener Zahl aus, zwischen welchen, wie bekannt, die Leptomstrahlen liegen.

Das Bündel ist von einer mehr oder minder wohl entwickelten Schutzscheide umgeben, dann folgt nach außen das Rindenparenchym, endlich die verkorkte Exodermis und die Epidermis.

Der Unterschied in der Zahl der zentralen Gefäße sowohl als auch in der Ausbildung der Schutzscheide geben jedoch, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, nicht die geringsten Artmerkmale ab.

Bei *Allium neapolitanum* ist das Zentrum der Wurzel von einem einzigen Gefäß eingenommen; von der Mitte aus strahlen nach drei Richtungen Hadromplatten aus, deren Elemente am Querschnitt einen bedeutend geringeren Durchmesser haben. Das ganze Bündel ist von einer typischen Schutzscheide mit

---

[1] Alliorum adhuc cognitorum Monographia. Petropolis 1875.

stark verdickten, verholzten Seiten- und Innenwänden und dünnen Außenwänden umgeben.

Ein ganz ähnliches Querschnittsbild sowohl in bezug auf die Anordnung der wasserleitenden Elemente als auch auf die Ausbildung der Schutzscheide erhalten wir, wenn wir die Wurzel von *A. Chamaemoly* durchschneiden. Bei derselben Spezies, und zwar an ein und demselben Exemplar fand ich jedoch auch eine Wurzel, bei welcher im zentralen Teile des Bündels zwei große Gefäße *(G)* verliefen (Taf. I, Fig. 1 und 2). Die Zellen der Schutzscheide hatten bei dieser Art schwächer verdickte Wände.

Ein ähnliches Bild liefert der Durchschnitt durch die Wurzel von *A. fistulosum, A. senescens, A. nutans, A. obliquum* u. a. *A. multibulbosum*, welches wie *A. Chamaemoly* und *A. neapolitanum* zur Sektion *Moly* gerechnet wird, hat keine deutlich differenzierte Schutzscheide; die angrenzenden Zellen des Rindenparenchyms sind großlumig und dickwandig, während der Teil gegen die Peripherie zu von lockerem dünnwandigem Gewebe eingenommen ist.

Wir sehen also, daß bei Vertretern verschiedener Sektionen die vollends gleichen Verhältnisse wiederkehren, wärend andrerseits dieselbe Species, ja dasselbe Exemplar, Verschiedenheiten in der Organisation aufweist.

Ebenso variiert auch die Zahl der vom Zentrum ausstrahlenden Hadromplatten sowie die Zahl und Größe der sie aufbauenden wasserleitenden Elemente. (Eine geringere Anzahl von Strahlen scheint in der Sektion *Moly* vorzuherrschen [drei Strahlen bei *A. Moly, A. Chamaemoly, A. neapolitanum*], während bei den Vertretern der übrigen Sektionen diese Zahl gewöhnlich eine größere ist.)

Die Rindenparenchymzellen können entweder dünnwandig *(A. paniculatum)* oder mehr oder minder dickwandig sein (*A. senescens* u. a.). Im letzteren Falle können den Zellwänden Ligninsubstanzen eingelagert sein, die Verholzung tritt jedoch an einer und derselben Wurzel nur stellenweise auf. So läßt sich an einem Längsschnitt durch ein Rhizom von *A. sibiricum* folgendes feststellen:

An verschiedenen Stellen entstehen endogen die Adventivwurzeln, welche in ihrem innerhalb des Rhizoms verlaufenden

Teile sclerenchymatisch verdickte Wände mit zahlreichen Tüpfeln (vorzugsweise an den tangentialen und radialen Längswänden) aufweisen.

Diese Wände färben sich bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure lebhaft rot. Im übrigen freien Teile der Wurzel ist das Rindenparenchym unverholzt und die Zellen werden gegen die Spitze zu immer dünnwandiger. Ebenso liegen die Dinge bei *A. Schoenoprasum* und *A. Ampeloprasum*.

Allium hymenorrhizum hat dickwandige Rindenparenchymzellen, welche in ihrer Mehrzahl typische Cellulosereaktion geben. Einige darunter jedoch, und zwar solche aus der ersten Zellschichte unterhalb der Exodermis, zeichnen sich durch besondere Dicke ihrer Wände aus, die sich mit Chlorzinkjod intensiv braun färben, während die für Ligninsubstanz und Suberin charakteristischen Rotfärbungen bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure, beziehungsweise mit Sudanglycerin III ausbleiben. Dasselbe Verhalten zeigen auch sämtliche Zellen der Schutzscheide bei dieser Species.

Da ich diese Vorkommnisse nur für mehrere Exemplare desselben Standortes[1] feststellen konnte, möchte ich sie nicht als Specieseigentümlichkeiten betrachten, sondern eher auf Variationen zurückführen, die durch Ernährungs- oder sonstige Standortsverhältnisse bedingt sein können.

Endlich sei hier noch erwähnt, daß in den Rindenparenchymzellen der Wurzel, ebenso wie in den übrigen Organen, bei einigen Species (z. B. *A. Moly*) Krystalle auftreten können.

Rhizome.

Die Rhizome, die bei zahlreichen Species auftreten und auf Grund von deren Vorhandensein oder Fehlen (beziehungsweise deren stärkerer oder schwächerer Ausbildung) neben anderen Merkmalen von E. Regel die erwähnten Sektionen innerhalb der Gattung *Allium* aufgestellt wurden, sind nichts anderes als die ihrer Blattorgane entblößte Zwiebelachse mehrerer Jahrgänge, deren ältere Teile allmählich verwesen.[2]

---

[1] Botan. Garten Wien.

[2] Vgl. Th. Irmisch, Zur Morphologie der monocotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin 1850, p. 19.

Morphologisch liegt zwischen einem typisch entwickelten Rhizom und einer nur unmerklich verlängerten Zwiebelachse kein Unterschied vor. Es ist daher nichts Auffallendes, wenn wir bei sonst sehr nahestehenden Formen das Auftreten oder Fehlen eines Rhizoms verzeichnen können. Regel gibt in der Einleitung zu seiner Monographie[1] an, daß mit Rhizom versehene Formen nicht nur in der durch dasselbe besonders gekennzeichneten Sektion *Rhiziridium*, sondern auch in anderen Sektionen vorkommen. Diese Formen konnten eben, wegen ihrer größeren Übereinstimmung mit rhizomlosen Arten in gewissen anderen Merkmalen, nicht in der Sektion *Rhiziridium* untergebracht werden. Ja, es bestehen diesbezüglich alle Übergänge zwischen den einzelnen Sektionen und einige Arten, welche nach E. Regel[2] zwei Sektionen gleichsam verbinden (z. B. *A. filidens* Regl. Sektion *Porrum* und *Rhiziridium*), werden in der Übersicht in beiden Sektionen angeführt.

In anatomischer Hinsicht zeichnen sich die Rhizome hauptsächlich durch die Ausbildung mechanischer Elemente aus. Abgesehen von größeren oder geringeren Modifikationen, die hie und da auftreten können, ist der Bau im Wesen bei allen Arten derselbe.

An einem typischen Vertreter der Sektion *Rhiziridium* (z. B. *A. nutans*) zeigt das Rhizom folgenden Bau:

Zu äußerst sind zum Teil zerrissene Zellen, welche auf die Ansatzstellen der abgefallenen Blätter, beziehungsweise Zwiebelschuppen hinweisen, weiter gegen innen zu nehmen die Zellen allmählich die Gestalt von dickwandigen Parenchymzellen an, deren Wände getüpfelt sind. Zuweilen (z. B. *A. ochroleucum*) nimmt diese Zone den Charakter eines sclerenchymatischen Ringes an, oder es treten in ihr einzelne Sclerenchymbündel auf *(A. senescens*, *A. acutangulum*).

Dieser sclerenchymatische Ring nimmt zuweilen den peripheren Teil des Rhizoms ein und besteht, z. B. bei *A. Victorialis*, aus vier bis fünf Reihen großer Zellen, deren Wände von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt und deren Lumina verhältnis-

---

[1] E. Regel, l. c., p. 4.

[2] E. Regel, l. c., p. 4, Einleitung.

mäßig groß geblieben sind. Darunter folgt eine Schichte Parenchym aus zahlreichen Zellagen (25 bis 30), dazwischen nimmt man weder Gefäßbündel, noch Sclerenchymmassen wahr. (Die mechanischen Elemente werden eben von dem peripheren Sclerenchymring repräsentiert.)

Weiter nach innen läßt sich ein collenchymatischer Ring aus zwei bis drei Reihen von Zellen nachweisen, welche Zellen im Sinne des tangentialen Durchmessers gestreckt sind und somit auch in ihrer Gestalt von den übrigen Parenchymzellen etwas abweichen. Dieser Ring ist nur an jenen Stellen unterbrochen, an denen die endogen entstehenden Wurzeln austreten; dort gehen die Zellen des Ringes selbst auch in die Bildung des Rindenparenchyms der Wurzel ein.

Bei *Allium Victorialis* besteht dieser Ring aus drei bis vier Lagen kleiner Zellen, deren äußerste Reihe sich durch verdickte Seiten- und Innenwände und dünne Außenwände auszeichnet; diese Zellreihe bietet ein ähnliches Bild wie die Schutzscheide um die Gefäßbündel der Wurzeln. Mitunter sind auch die Zellen der nächst äußeren Reihe stellenweise collenchymatisch verdickt, die oben geschilderte Zellschicht ist dann beiderseits von Collenchymzellen umgeben.

Diesem Collenchymring legen sich bei *A. Victorialis* nach innen zu zahlreiche, im Querschnitt quer getroffene Gefäßbündelelemente an.

Im Innern befinden sich an den Rhizomen aller bereits erwähnten Arten relativ große Zellen, welche den Hauptteil des Rhizoms ausmachen und mäßig dicke, zum Teil getüpfelte Wände haben. Hie und da können auch hier, zerstreut, Sclerenchymmassen auftreten, deren Elemente äußerst dickwandige, vielfach verästelte Tüpfelkanäle aufweisende Zellen vorstellen, deren Lumen oft verschwindend klein wird.

An einem Querschnitt nimmt man außerdem die nach allen Richtungen hin verlaufenden Gefäßbündel wahr, welche die Wurzeln einerseits, die Zwiebelschuppen, beziehungsweise Blätter andrerseits durchziehen.

Bei *A. Schoenoprasum* sind die Zellen des Rhizoms an der Basis der Wurzeln sclerenchymatisch verdickt und bisweilen verholzt, ebenso wie das Rindenparenchym der Wurzel in deren

basalen Teilen. Sie bilden sowohl hier als auch bei der Varietät *A. sibiricum* einen vier bis fünf Lagen hohen Sclerenchymring; innerhalb desselben fehlen, ebenso wie bei *A. Victorialis*, jene einzelnen Sclerenchymbündel, wie sie beispielsweise bei *A. senecsens*, *A. nutans* etc. auftreten.

Bei *A. Moly* können wir ebenfalls eine, wenn auch nur schwache Verlängerung der Zwiebelachse wahrnehmen. Diese entbehrt jedes mechanischen Gewebes, ist einheitlich gebaut und enthält in den einzelnen Parenchymzellen größere oder kleinere Calciumoxalatkrystalle in verschiedener Anzahl.

Krystalle kommen auch in den Parenchymzellen des Rhizoms von *A. fistulosum* u. a. vor.

Schaft.

Der Schaft ist »ein einziges gestrecktes Internodium, welches niemals beblättert ist«.[1] Was in den Diagnosen als beblätterter Stengel bezeichnet wird, besagt nichts anderes, als daß die Scheiden den Schaft bis zu einer gewissen Höhe bedecken.[2]

Der Schaft ist von einer Epidermis begrenzt, deren Außenwände gewöhnlich stark verdickt, während die Innen- und Seitenwände gewöhnlich dünn sind (*A. Porrum*, *A. fistulosum*, *A. acutangulum*, *A. Schraderi*, *A. senescens*, *A. nutaus*, *A. carinatum* u. a.).

Besonders die Seitenwände sind es, die meist dünn verbleiben, während die Innenwände mitunter ebenfalls eine beträchtliche Dicke erlangen können. Es liegt dann eine collenchymatische Verdickung vor; die Innenwände haben entweder eine geringere Dicke als die Außenwände (*A. Victorialis*, *A. multibulbosum*) oder es sind beide nahezu gleich dick. Solches Collenchym finden wir bei *A. ursinum*[3] und *A. ericetorum*.

---

[1] Falkenberg, Vergleichende Unters. über den Bau der Veg. Org. der Monocotylen, p. 48.

[2] Siehe Th. Irmisch, l. c., p. 9 und 10. Anm. aus Koch, »Synopsis«, 2. Ed., p. 826. Vgl. auch E. Regel, l. c., Einleitung, p. 6.

[3] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems, p. 61.

Es kann auch eine streckenweise Verholzung sämtlicher Epidermiszellwände im Umkreis erfolgen *(A. oreoprasum)*. Die Wände sind dann alle (seien es tangentiale oder radiale) gleichmäßig verdickt, während an den Stellen, wo eine Verholzung nicht eintritt, dieselben Verhältnisse herrschen wie bei der Mehrzahl der Formen: verdickte Außen-, beziehungsweise auch Innenwände und dünnere Radialwände.

Cuticula und Cuticularschicht der verdickten Außenwände sind zackig ausgezogen, welcher Umstand der Epidermis im Querschnitt ein etwa zinnenartiges Aussehen verleiht.

Bei manchen Arten mit mehrkantigem Schafte (*A. Schraderi, A. flavescens,* [Taf. II, Fig. 4]) sind an den Epidermiszellen der Stengelkanten die Cuticularschichten ganz besonders mächtig entwickelt und bilden um die betreffende Eckzelle eine Art Cuticularkappe, welche in der Mitte der Zelle ihre größte Mächtigkeit erreicht. Die Innenwände sind hier verhältnismäßig dünn.

Entsprechend dem Grade der Verdickung der Epidermisaußenwände sind auch die Spaltöffnungen mehr oder minder eingesenkt. Ihr Bau zeigt keine Eigentümlichkeiten, welche systematisch verwertbar wären. Größere oder geringere Einsenkung, verschiedene Ausbildung der Vorhöfe, der äußeren und inneren Atemhöhle sind Modifikationen, die mit Klima und Standort in Beziehung zu bringen sind; sie stellen nur insofern Speciesmerkmale vor, als in der Regel jede Species an bestimmte klimatische Verhältnisse gebunden ist, denen sie sich angepaßt hat.

Unter der Epidermis kommt das Assimilationsgewebe zur Ausbildung, dessen Zellen entweder eine nahezu isodiametrische, im Querschnitt rundliche (*A. Victorialis* etc.) oder eine palisadenartig gestreckte Gestalt besitzen *(A. obliquum, A. nutans, A. Schraderi)*. Bisweilen alternieren länger gestreckte mit kürzeren Zellen einer Reihe *(A. multibulbosum, A. Ledebourianum)*.

Die Streckung erfolgt bei Vorhandensein mehrerer Assimilationszellreihen zumeist immer nur in der ersten *(A. nutans, montanum, Schraderi, paniculatum)*.

Bei *A. fuscum* treten drei Reihen gestreckter Assimilationszellen auf.

Oft sind die Zellen in den unteren Teilen des Schaftes palisadenartig gestreckt, während sie gegen die Spitze zu eine mehr weniger isodiametrische Gestalt annehmen *(A. oreoprasum, A. carinatum).*

Zwischen den Elementen des Assimilationsgewebes erstrecken sich die für die Gattung charakteristischen, von Hanstein[1] entdeckten »Schlauchgefäße« in regelmäßigen Abständen voneinander. Ihnen werden wir in noch reicherem Maße in den Zwiebeln und Blättern begegnen.

Auf das Assimilationsgewebe folgen nach innen gewöhnlich einige Reihen kleinzelligen Parenchyms, dann kommt der bei den meisten Arten in typischer Ausbildung vorhandene Bastring. Dessen Elemente sind, wie Haberlandt[2] dargetan hat, nicht bei allen Arten in gleicher Weise ausgebildet; so sind bei *A. multibulbosum* die Zellen abgerundet, während sie bei *A. Moly* »schön zugespitzte Bastzellen« vorstellen. Es sind dies nach Haberlandt Konstruktionsvariationen, welche dasselbe Endresultat erstreben, nämlich die Herstellung einer bedeutenderen Festigkeit. Dies wird entweder dadurch erzielt, daß die Zellen sich schräg zuspitzen, ihre Berührungsoberfläche eine größere, die gegenseitige Verbindung somit eine festere wird, oder aber es kann die Zuspitzung, durch welche »sonst unwirksame Querwände zur Festigkeit herangezogen werden«, durch die Gesamtlänge der einzelnen Zellen ersetzt werden, indem die Ausbildung von Querwänden eine geringere ist.

Die Wände dieser mechanischen Zellen sind meist verholzt; dies ist besonders an älteren Exemplaren der Fall, wo die innerhalb des Ringes gelegenen Zellen mitunter fast bis ins Zentrum verholzen können. So bei *A. Moly*, wo die Zellen des Ringes allmählich in das zentrale Parenchym übergehen, indem Querwände häufiger auftreten und der Querdurchmesser der

---

[1] De Bary, Vergl. Anatomie der Phanerogame und Farne, p. 154. — Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe der Rinde, Berlin 1864; Über ein System schlauchförmiger Gefäße etc. Monatsber. der königl. preuß. Akademie d. W. zu Berlin, 1860 (aus d. J. 1859), p. 705 bis 713.

[2] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte d. mech. Systems, p. 35 bis 36.

Zellen ein größerer wird; hierbei können, wie erwähnt, alle Wände verholzt sein.

Bei der gemeinsamen Entstehung dieser mechanischen Zellen und des innerhalb des Ringes befindlichen Gewebes aus dem Grundmeristem[1] bietet das oben genannte Verhalten nichts Besonderes dar.

In seltenen Fällen ist der Bastring nur der Anlage nach vorhanden *(A. ursinum,*[2] *A. fistulosum*[3]*)*.

Außerhalb und innerhalb des Bündels verläuft immer wenigstens je ein Kreis von Gefäßbündeln; die äußeren sind kleiner und zahlreicher, die inneren sind größer und in geringerer Anzahl, nicht selten in zwei Kreisen angeordnet *(A. rotundum, A. oreoprasum)*.[4]

Nur selten *(A. Porrum)* sind die Bündel regellos über den Querschnitt innerhalb des Bastringes gelagert.

Sowohl äußere als innere Bündel können mit einem eigenen Bastbelege versehen sein. Die äußeren haben ein solches zumeist nur auf der Leptomseite, während sie mit dem Hadrom sich an den genannten Bastring anlehnen. Die inneren Bündel dagegen sind in den meisten Fällen mit diesem nicht in Verbindung; hier wird Hadrom und Leptom oft von isolierten Bastzellen geschützt. Das eben geschilderte Verhalten trifft nun am häufigsten zu; wir finden jedoch innerhalb der Gattung fast alle möglichen Beziehungen zwischen äußeren und inneren Bündeln einerseits und dem mechanischen Ring andrerseits, welche durch Übergangsformen ineinander übergeleitet werden.

Die Beziehungen zwischen äußeren Bündeln und mechanischem Ringe können dreifach sein:

1. Die Bündel können in den Ring ganz eingebettet sein, so daß dieser den mechanischen Schutz sowohl über das Hadrom als auch über das Leptom übernimmt. Dies trifft bei

---

[1] Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie, 3. Aufl., p. 185.

[2] Haberlandt, Entwicklungsgeschichte, l. c., p. 61.

[3] Vgl. auch R. Schulze, Beitr. zur vergl. Anatomie der Liliaceen. Engler, Jahrb., XVII, p. 365.

[4] R. Schulze (l. c., p. 366) gibt an, daß »bei *Allium obliquum* nach Falkenberg die inneren Gefaßbündel kleiner sind als die äußeren«, welche Angabe ich nicht bestätigen konnte.

A. odorum zu, wo die äußeren Bündel mit ihrem Hadromteil ziemlich tief im Bündel eingelagert liegen. Um das Leptom ist eine Lage von Zellen mit verholzten Wänden, welche sich mit der äußersten Zellage des Bastringes vereinigen und eine ununterbrochene Reihe von mechanisch wirksamen Zellen bilden, so daß die Bündel vollends in den Bastring eingebettet erscheinen.

2. Die Bündel liegen mit dem Hadromteil dem Bastring an, während das Leptom frei liegt. Letzteres kann:

a) von besonderen mechanischen Zellen geschützt oder
b) ganz frei von solchen sein.

Dies ist der gewöhnlichste Fall, der bei den meisten Arten vorkommt (*A. nutans, A. senescens, A. hymenorrhizum, A. Moly* etc.), wobei das Verhalten *a* und *b* uns bei derselben Species, ja an demselben Querschnitt nicht selten entgegentritt.

3. Es wäre noch die Möglichkeit vorhanden, daß die äußeren Bündel in keiner Beziehung zum Bastring stünden. Dies trifft nun allerdings nicht zu. Bei Formen mit zweischneidigem oder mehrkantigem Schafte, wie *A. nutans, A. senescens, A. Victorialis* etc., finden wir in den Kanten außerhalb des äußersten Bündelkreises einzelne isolierte große Bündel mit oder ohne lokalmechanische Belege.

Für die Anordnung der Bündel innerhalb des Bastringes gilt ungefähr das gleiche wie das für die äußeren Gesagte.

1. In jenen Fällen, wo eine Verholzung der Zellen sich weit bis ins Zentrum hinein erstreckt, wie z. B. bei *A. Moly*, reichen diese bis zum Hadromteil der mit ihrem Leptom dem Bastring direkt anliegenden Bündel.

2. Dort, wo die mechanischen Zellen weniger weit ins Zentrum hineinragen, legen sich die Bündel mit ihrem Leptomteil denselben an; das Hadrom hat in diesem Falle entweder selbständiges *(A. odorum)* oder gar kein *(A. Ledebourianum)* mechanisches Gewebe.

Bei *A. paniculatum* sind im Inneren zwei Kreise von Bündeln; davon besteht der eine aus zahlreichen kleinen, dem Ring anliegenden, der zweite aus wenigen großen, isolierten Bündeln.

Bei *A. Victorialis* liegen einige Bündel dem Bastring an, während andere in keinem Zusammenhang mit demselben stehen und lokalmechanische Belege haben.

Bei *A. obliquum* liegen innerhalb des Ringes die Gefäßbündel, welche sowohl an der Hadrom- als an der Leptomseite mit mechanischen Zellen versehen sind; die mechanischen Zellen der Leptomseite sind mittels einzelner Zellen, die sich durch die Dicke ihrer Wände von den umgebenden Parenchymzellen unterscheiden, mit dem mechanischen Ringe gewissermaßen noch in Verbindung.

Endlich trifft es nicht selten zu, daß jeder Zusammenhang zwischen Bastring und inneren Bündeln aufgehoben ist. Diese entbehren entweder auch lokalmechanischer Elemente *(A. carinatum, A. Schraderi)* oder es werden diese, wenn vorhanden, aus einigen wenigen Zellen gebildet *(A. multibulbosum)*.

Das Zentrum des Schaftes wird aus mehr oder minder dickwandigen Parenchymzellen gebildet, welche, wie erwähnt, bisweilen, zumal in den unteren Teilen, verholzen können.

Bei manchen Arten findet schon an den jugendlichen Formen im Inneren eine Zerreißung der Zellwände statt; es entsteht auf lysigenem Wege eine zentrale Höhlung, welche in der Regel den ganzen Schaft der Länge nach durchsetzt *(A. fistulosum, A. Ledebourianum, A. sibiricum)*. Die Aushöhlung kann auch erst an älteren Individuen erfolgen *(A. multibulbosum)*.

Das Verhältnis des Gesamtdurchmessers des Schaftes zur Wanddicke des Zylinders variiert. Bei typisch hohlstengeligen Formen übertrifft der Gesamtradius die einseitige Wanddicke um ein beträchtliches (bei *A. fistulosum* um das Drei- bis Vierfache). Bei nachträglich sich aushöhlenden Formen ist der Durchmesser des Hohlraumes hingegen nur ein verhältnismäßig geringerer.

In den Parenchymzellen treffen wir nicht selten, wie in den übrigen Organen, Krystalle an.

Zwiebel.

Die Zwiebeln zeigen gewisse Verschiedenheiten in ihrem anatomischen Baue, welche konstante Artcharaktere abgeben,

ja vielleicht einen Schluß bezüglich der näheren Verwandtschaft zwischen einigen Arten zulassen, da gewisse Eigentümlichkeiten, hauptsächlich in der Ausbildung mechanischer Elemente, bei mehreren Vertretern derselben Sektionen in ähnlicher Weise auftreten.

Bekanntlich können sich bei der Gattung *Allium* an der Zwiebelbildung entweder nur die Scheidenteile der Laubblätter beteiligen *(A. fistulosum, A. nutans, A. senescens)* oder es können die Reservestoffe im Inneren in besonderen Schuppen gespeichert werden, welche aus Niederblättern hervorgehen. Die äußeren Schuppen sind in jedem Falle die Scheidenteile der Laubblätter.

Die äußersten Schuppen sind nun fast immer dünn und häutig, führen keine oder nur wenig Reservestoffe und zeigen im ersten der genannten Fälle keine besonderen anatomischen Unterschiede von den inneren Schuppen, welche allerdings aus einer größeren Anzahl von Gewebeschichten bestehen und daher fleischiger sind.

Die ganz zu äußerst gelegenen sind älter, sie gehören den Sproßgenerationen vergangener Jahrgänge an und dienen den jüngeren zum Schutze.

Wo die Schuppen zweierlei Natur sind, da dienen bekanntlich die äußeren, die aus Laubblättern hervorgehen, als Schutzorgan, während die Reservestoffe fast ausschließlich in den Niederblättern gespeichert werden.

Die äußeren Schuppen sind in diesem Falle in geringerer Anzahl vorhanden. In der Regel sind sie mit besonderen mechanischen Elementen ausgestattet, vermöge welcher sie ihrer Schutzfunktion besser Rechnung tragen können.

Da diese Verhältnisse, wie erwähnt, ziemlich mannigfach sind, möchte ich je einige Beispiele aus den verschiedenen Sektionen anführen.

Sektion Moly.

Unter den Vertretern dieser Sektion kommt das mechanische Gewebe der äußeren Zwiebelschuppen in mannigfacher Weise zur Ausbildung, während sich andrerseits gerade in dieser Gruppe die Tendenz bemerkbar macht, ein besonders

wohlausgebildetes mechanisches System konstant auszubilden, und zwar vornehmlich auf der Schuppeninnenseite.

Betrachten wir *A. Moly*.

Die Scheidenteile der Laubblätter bilden die äußeren Zwiebelschuppen; die Innenseite derselben fällt schon bei makroskopischer Betrachtung durch ihren Glanz und ihre Konsistenz auf.

Die Beobachtung eines Querschnittes (Taf. II, Fig. 1) lehrt nun folgendes:

Auf der Innenseite ist eine Epidermis *(Ep.)* mit stark collenchymatisch verdickten Wänden. Darauf folgt eine Reihe typisch entwickelter Sclerenchymzellen *(Sk.)*, welche aus dem Parenchymgewebe der Zwiebel hervorgehen. Alle Übergangsstadien von der dünnwandigen großlumigen Parenchym- zur dickwandigen kleinlumigen Sclerenchymzelle lassen sich an einem und demselben Schnitte leicht nachweisen.

Bei den Parenchymzellen der ersten Reihe nehmen die Wände stellenweise an Dicke zu, während andere Partien als Tüpfel unverdickt bleiben. Das Lumen der Zellen wird mehr und mehr eingeengt, bis schießlich die typische Sclerenchymzelle mit dicken, von zahlreichen Tüpfelkanälen allseits durchzogenen Wänden vorliegt.

Zuweilen bildet sich auch die nächstfolgende Parenchymzellschicht sclerenchymatisch aus, ohne jedoch die Vollkommenheit der ersteren zu erlangen. In den noch nicht als solche differenzierten Sclerenchymzellen sind zahlreiche Krystalle vorhanden, welche sich später nicht mehr nachweisen lassen. Die Wände dieser Zellen geben deutliche Holzreaktion.

Andere Arten dieser Sektion, bei welchen es zu einer besonderen Ausbildung des mechanischen Gewebes auf der Schuppeninnenseite kommt, sind nach Baldrati[1] *A. Chamaemoly, A. roseum, A. subhirsutum, A. neapolitanum*.

Bei *A. Chamaemoly* ist die Zwiebel außen von einer Schale von derber, lederartiger Beschaffenheit umhüllt, welche nach Baldrati schon äußerlich sofort durch ihren Bau auffällt, welcher der Hauptsache nach ein wabiger ist.

---

[1] Baldrati, Nuovo giorn. bot. ital. Nuova serie, IV, 1897, p. 214 bis 223. Siehe auch Ref. 26 in Just, Jahrb., 1897, p. 514.

Bei näherer Untersuchung läßt sich an Querschnitten folgendes feststellen:

Stellenweise treten uns die Waben als Sclerenchymzellen entgegen, denen die tangentiale Außenwand feht, so daß das Lumen an die Außenwelt grenzt, während die übrigen Wände die für das Sclerenchym charakteristischen Verdickungen zeigen. An einigen Stellen ist die Außenwand, die sehr dünn ist, noch erhalten; daran schließen sich nun mehrere Zellreihen mit spiralig verdickten Wänden an. Dieser Komplex von Zellreihen entspricht einer Zwiebelschuppe; die großen Sclerenchymzellen stellen eine innere Schichte derselben dar, und zwar nach Baldrati die innere Epidermis selbst, was er daraus folgert, daß sich unmittelbar daran eine weiter innen gelegene, dünnhäutige Zwiebelschuppe mit ihrer Epidermis anschließt.

In der Meinung, daß es sich, homolog wie bei *A. Moly*, auch hier um eine subepidermale Sclerenchymschicht handeln könnte, untersuchte ich diese Zwiebelschuppen gründlich nach und ich kann Baldratis diesbezügliche Angaben nur bestätigen.

Ähnliche Vorkommnisse einer sclerenchymatisierten Epidermis fand der genannte Autor auch bei den oben genannten Arten: *A. roseum, A. subhirsutum, A. neapolitanum.*[1]

Morphologisch bezeichnet er diese Schuppen als »umgewandelte Blätter«.

Die Zwiebelschuppen der übrigen untersuchten Arten dieser Sektion boten nicht derlei Besonderheiten dar.

In der Zwiebel von *A. ursinum* tritt kein einheitliches mechanisches Gewebe auf. In der innersten Schuppe (welche der Scheidenbasis des inneren Blattes entspricht) ist der Hadromteil der Bündel von relativ mächtigen Bastbelegen begleitet, welch letztere bekanntlich nach dem Absterben sämtlicher Gewebe der Zwiebel als Borsten die nächstinnere Schuppe an ihrer Basis krönen. Streng genommen, können die Zellen dieser mechanischen Belege nicht als Bastzellen bezeichnet werden. Die Querwände sind allerdings etwas schief gestellt, was jedoch der Zelle noch keinen prosenchymatischen Charakter

---

[1] Für die nähere Beschreibung sei auf die angegebene Arbeit verwiesen.

verleiht, da sie ziemlich häufig auftreten, wodurch die Gesamtlänge der einzelnen Zelle eine verhältnismäßig geringe bleibt. Es sind dies vielmehr typische Sclerenchymzellen, deren Wände von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt sind, ähnlich wie wir sie in einigen Rhizomen (*A. sibiricum, A. oreoprasum)* vorfinden.

Bei *A. multibulbosum* sind alle Zwiebelschuppen mit einer dünnwandigen Epidermis ausgestattet, welche sich auf der Innenseite von dem Parenchymgewebe leicht abhebt und sich an die darunter liegende Schuppe anlegt. Mechanisches Gewebe fehlt hier vollständig. Diese Art weicht auch in anderen anatomischen Merkmalen von den typischen Vertretern dieser Sektion ab.

Im übrigen sehen wir aber, daß ein mechanisches System in mannigfacher Weise zur Ausbildung kommt.

Eine größere Einförmigkeit herrscht innerhalb der

Sektion Macrospatha.

Hier sind bei den allermeisten untersuchten Arten (*A. fuscum, paniculatum, oleraceum* etc.) zweierlei Schuppen, nämlich: innen der Speicherung dienende Niederblätter (gewöhnlich eines) und außen als Schutzhüllen und nur zum geringen Teile der Speicherung dienende Scheidenbasen in größerer Anzahl.

Während nun die ersteren eine dünnwandige Epidermis haben, sind die letzteren, ihrer Funktion entsprechend, mit einer bedeutend dickwandigeren Epidermis versehen. Hierbei können entweder alle Zellen (zumal an den äußersten Schuppen) verholzte Membranen haben, wie bei *A. fuscum* (Taf. II, Fig. 2), wo die Dicke der Wände eine so beträchtliche wird, daß das Lumen fast verschwinden kann, oder aber es können Zellen mit verholzter und solche mit unverholzter Membran und dünneren Wänden miteinander alternieren; bei letzteren bleiben meist die Radialwände recht dünn, während bei den ersteren sämtliche Wände ungefähr dieselbe Dicke haben. Das Verhältnis in der Zahl zwischen verholzten und unverholzten Zellen variiert; gewöhnlich ist ihre Zahl die gleiche, indem je eine, zwei oder drei, selten mehr unverholzte

(u. v. Ep.) Zellen auf ebenso viele verholzte *(v. Ep.)* entfallen; zuweilen überwiegen die Epidermiszellen mit dünnen unverholzten Wänden stellenweise vor den übrigen (*A. paniculatum*, Taf. I, Fig. 4), oder es können die dickwandigen Elemente vorherrschen *(A. oleraceum).*

Die Größe beiderlei Zellen ist meistens die gleiche (*A. oleraceum, A. paniculatum)*; es können aber mitunter (auch bei *A. paniculatum*) die dünnwandigen Zellen um das Zwei- bis Dreifache ihrer radialen Ausdehnung tangential gestreckt sein.

Obwohl ich diese Erscheinung an mehreren Präparaten der genannten Arten feststellen konnte, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, daß es sich vielleicht nur um verschiedene Altersstadien der Pflanzen handelt und daß möglicherweise am Schlusse der Vegetationsperiode sämtliche Zellen verholzen und so der Schutzfunktion besser Rechnung tragen, welche lediglich nunmehr den abgestorbenen Schuppen obliegt. Dafür würde auch die Tatsache sprechen, daß bei manchen Arten die äußersten, dünnhäutigen, vertrockneten Zwiebelschuppen lauter verholzte Epidermiszellen besitzen. Dies kommt auch bei Vertretern anderer Sektionen vor, so in der

Sektion Rhiziridium.

Die hierher gerechneten Species haben eine größere Anzahl von Laubblättern, deren Scheiden mit ihren oberen Teilen den Schaft bis zu einer größeren oder geringeren Höhe begleiten können, während sie mit ihren Basen in die Bildung der Zwiebel eingehen, welche nur einerlei Schuppen aufweist.

Es hat eine physiologische Differenzierung morphologisch gleichwertiger Teile stattgefunden, indem die inneren Schuppen, welche sich auch anatomisch durch ihren größeren Reichtum an Parenchymzellen und durch die dünnwandige Epidermis von den äußeren unterscheiden, der Stoffspeicherung dienen, während die äußeren, wie schon wiederholt gesagt wurde, dieselben schützen.

Bei *A. Ledebourianum* sind die Wände der Epidermiszellen der Außenseite ausnahmslos verholzt; dazwischen treten keine dünnwandigen Elemente auf. Die Epidermis der Innenseite ist ganz dünnwandig.

Ähnlich gebaut sind die Zwiebeln von *A. odorum*, nur treten hie und da zwischen den verholzten Elementen vereinzelt einige dünnwandige Zellen auf.

Bei *A. ericetorum* (= *A. ochroleucnm*) treffen wir auf dieselbe Erscheinung wie bei vielen Species der Sektion *Macrospatha*; es wechseln auch hier verholzte, ringsherum gleich dickwandige Zellen *(v. Ep.)* mit unverholzten, dünnwandigeren *(u. v. Ep.)* in geringerer Anzahl ab (Taf. I, Fig. 3).

Dasselbe ist auch bei *A. hymenorrhizum* der Fall; nur ist hier die Form der Epidermiszellen eine etwas verschiedene. Sie sind nämlich am Querschnitt in radialer Richtung doppelt so lang als in tangentialer. Die mit ihnen alternierenden unverholzten, relativ dünnwandigen Zellen sind in radialer Richtung ebenso, in tangentialer hingegen fast zweimal so lang als in radialer Richtung gestreckt, so daß sie große, tangential gestreckte rechteckige Zellen vorstellen.

A. obliquum hat verdickte Epidermisaußenwände, die nicht verholzen; dasselbe ist auch bei *A. nutans* der Fall.

Bei *A. senescens* sind die Epidermiszellwände nur schwach verdickt; die Zwiebelschuppen weichen vom übrigen Teile der Scheide, beziehungsweise des Blattes selbst, nicht wesentlich ab.

A. Schraderi verhält sich ebenso, nur finden wir um die Gefäßbündel kleine Bastbelege, die bei den übrigen fehlen.

Ein äußerst wohlentwickeltes mechanisches Gewebe ist in dieser Sektion bei *A. Victorialis* ausgebildet.

Die lebenden Zwiebelschuppen sind immer von faserigen Hüllen umgeben, in welchen die Gewebeteile mazeriert sind. Das Fasernetz ist auf die mächtigen Bastkomplexe zurückzuführen, die in der lebenden Schuppe in folgender Weise angeordnet sind:

Unterhalb der etwas dickwandigen, doch stets unverholzten Epidermis treten im Parenchym größere und kleinere Bastbündel in größeren oder kleineren Abständen voneinander auf, so daß sie streckenweise miteinander zu einem mechanischen Wall verschmelzen. Einzelne treten isoliert darüber oder darunter auf. Diesen Bastkomplexen liegen hie und da kleinere Gefäßbündel an, während eine zweite Reihe größerer Bündel

den inneren Teil der Zwiebelschuppe einnimmt; das Leptom ist bei diesen letzteren von einigen wenigen verdickten Zellen umgeben; das Hadrom entbehrt jeden mechanischen Gewebes.

Bei dieser Art hat also eine Verlagerung der mechanischen Elemente nach dem inneren Teile der Schuppe zu von der äußeren Epidermis ab stattgefunden und diese Elemente sind sehr mächtig entwickelt.

Diese Verhältnisse weisen eine gewisse Ähnlichkeit auf mit denjenigen bei verschiedenen Arten der Sektion *Moly*.

Sektion Schoenoprasum.

Auch hier sind die Zwiebelschuppen aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgegangen. Gegen außen zu werden die Schuppen immer armschichtiger, bis schließlich am Querschnitt nur noch zwei Zellagen sich deutlich unterscheiden lassen: eine äußere Epidermis mit verholzten Wänden und eine darunter liegende Zellschicht mit ebenfalls ringsherum verdickten Wänden und relativ kleinen Lumina, welche große Krystalle enthalten.

Alle übrigen Gewebeteile sind vertrocknet, so daß sich von ihnen nur noch die dicken Zellwände nachweisen lassen.

Die übrigen jüngeren Schuppen haben ebenfalls verdickte, aber noch unverholzte Epidermiszellwände, welche in den weiter nach innen gelegenen Zwiebelschuppen immer zarter werden.

Dies gilt sowohl für *A. Schoenoprasum* als für seine Varietät *A. sibiricum*. Etwas anders liegen die Dinge bei *A. fistulosum*, wo auch die äußersten Schuppen zwar etwas dickwandigere als die übrigen, jedoch immer unverholzte Epidermiszellwände haben.

Sektion Porrum.

Hier überwiegen wieder die Formen, wo die Zwiebel aus zweierlei Blättern hervorgeht. Die inneren Schuppen (aus Niederblättern) sind immer dick und fleischig, mit dünnwandiger äußerer und innerer Epidermis. Die aus den Scheidenteilen

hervorgegangenen äußeren Schuppen sind weniger fleischig, haben aber ebenfalls eine dünnwandige Epidermis. Die untersuchten Arten *A. ampeloprasum* und *A. Porrum* verhalten sich ganz ähnlich.

Ein bisher unerwähnt gelassenes Merkmal, welches bekanntlich allen Zwiebeln von *Allium* sowie allen übrigen Vegetationsorganen dieser Gattung zukommt, sind die von Hanstein entdeckten Schlauchgefäße. Diese treten in der Regel in der zweiten oder dritten Zellschicht unter der Epidermis auf; in den aus Laubblättern gebildeten Schuppen sind sie gewöhnlich in einer einzigen, in den aus Niederblättern hervorgegangenen hingegen meist in mehreren Reihen vorhanden; in letzteren erreichen sie auch einen bedeutenderen Durchmesser. Dies ist besonders deutlich in den erwähnten Arten der Sektion *Porrum* der Fall. Der Inhalt der Schläuche ist in den Zwiebeln milchig. Er reagiert mehr oder minder sauer oder neutral.[1]

Die Gefäßbündel sind in den Zwiebelschuppen aus Niederblättern in mehreren Reihen ziemlich regellos angeordnet; in den aus den Scheidenteilen hervorgegangenen dagegen sind sie in der Regel nur in einer Reihe vorhanden, wobei gewöhnlich größere und kleinere alternieren.

Mitunter rücken die kleineren Bündel näher gegen die Außenseite, die größeren gegen die Innenseite, so daß sie am Querschnitt in zwei Reihen angeordnet erscheinen (*A. Schraderi*, *A. nutans*, bisweilen *A. senescens*).

In ihrem weiteren Verlauf in der Lamina können sie Verschiebungen erfahren, worauf ich später noch zurückkommen werde (p. 499). Krystalle kommen einzeln oder zu mehreren verwachsen in den Parenchym-, ja auch Sclerenchymzellen (*A. Moly*) häufig vor.

Bei *A. Schoenoprasum*, *sibiricum* und nach Hanstein[2] *A. sativum* kommen solche Krystalle in jeder Zelle des subepidermalen Parenchyms vor.

---

[1] Über die chemische Natur des Inhaltes vergl. Molisch, Studien über den Milch- und Schleimsaft der Pflanzen, 1901 (Fischer, Jena), p. 89 und 90.

[2] Hanstein, Milchsaftgefäße etc., p. 36. — De Bary, l. c., p. 149.

Einzelne oder mehrere verwachsene Krystalle finden wir ferner bei *A. multibulbosum, A. Porrum, A. fistulosum, A. paniculatum, A. fuscum, A. Ledebourianum, A. nutans* etc. zerstreut in den Parenchymzellen der gesamten Zwiebelschuppe.

Raphiden kommen hingegen im Bereiche der ganzen Gattung nicht vor.[1]

Blätter.

Die Form der Blattspreite ist verschieden, schmal oder lineal bis lanzettlich, mitunter sehr breit, fast oval *(A. ursinum)*, ferner stielrund, im Zentrum hohl.

In den meisten Fällen geht der Lamina eine Scheide voran; nur selten *(A. ursinum, A. Victorialis)* schiebt sich eine stielartige verschmälerte Partie zwischen die beiden Teile ein.

Die Scheide ist meist geschlossen und stellt die direkte Fortsetzung der ebenfalls geschlossenen Zwiebelschuppe vor. In anatomischer Beziehung unterscheidet sie sich von letzterer durch die geringe Anzahl von Parenchymzellagen, ferner treten an ihr um zo zahlreicher, je weiter sie sich von ihrer Austrittsstelle aus dem Boden entfernt, die Spaltöffnungen auf, endlich führen die Zellen Chlorophyll.

Die Epidermis ist zartwandig, bekleidet die Scheide sowohl außen als innen, was nicht anders zu erwarten wäre, da die Scheide auf ein ursprünglich offenes Gebilde zurückgeführt wird.[2]

Unter der Epidermis treten einige Reihen Parenchymzellen auf, und zwar ist in der Regel der der Laminarunterseite entsprechende Teil der Scheide gewebereicher. Ferner finden wir auch hier die Schlauchzellen, welche Zwiebelscheiden und Lamina der ganzen Länge nach durchziehen und hier einen farblosen Inhalt führen. Dadurch, daß ihr Inhalt farblos ist, sind sie am Querschnitt von den umgebenden chlorophyllführenden Assimilationszellen nicht schwer zu unterscheiden.[3]

---

[1] Hanstein, l, c., p. 37. — De Bary, l. c., p. 149. — J. Parkin, in Ann. of bot., Bd. XII (1898), p. 147. Vgl. auch Ref. 45 in Just, Jahresber. 1898, II, p. 222.

[2] Nach Glück, Stipulargebilde der Monocotyledonen, wäre die Scheide eine geschlossene Stipula adnata (p. 40 ff.).

[3] Vgl. Hanstein, Milchsaftgefäße, l. c., p. 36 und 37.

Die Gefäßbündel durchziehen die Scheide in der Regel in einer Reihe und kehren ihr Hadrom nach dem Zentrum, also bei geöffneter Scheide gegen die Blattoberseite. In manchen Fällen könnte man sagen, daß die Bündel in zwei Reihen angeordnet sind, welche Anordnung in der Weise zustande kommt, daß die kleineren Bündel gegen die Peripherie, die größeren mehr gegen das Zentrum rücken. Dies geschieht meist schon in der Zwiebel (siehe dasselbe p. 497). Krystalle kommen häufig in allen Zellen mit Ausnahme der Schlauchzellen vor; sie können, ebenso wie für die Zwiebel schon gesagt wurde, entweder vereinzelt oder zu mehreren verwachsen auftreten.

Die Übergangsstelle von der Vagina in die Lamina ist äußerlich in vielen Fällen durch eine Ligula gekennzeichnet.

Bei manchen Formen ist eine solche nicht vorhanden; in diesen Fällen geht die Scheidenunterseite direkt in die Lamina über, während der oben gewebeärmere Teil plötzlich endet, wodurch eine mehr oder weniger kreisrunde Öffnung entsteht, durch welche die inneren Blätter, die in ihrem jüngeren Stadium von der Scheide geschützt werden sollen, heraustreten können.

Ein Querschnitt durch die Lamina bietet, was die Ausbildung der Gewebe betrifft, kein wesentlich verschiedenes Bild von dem, welches ein Scheidendurchschnitt liefert.

Die Epidermis hat in der Regel stärker verdickte Außenwände, die Innenwände sind etwas dünner als diese, dagegen sind die Radialwände ganz dünn. Bei *A. Victorialis* tritt uns eine collenchymatische Verdickung der Epidermis der Blattober- sowie der -unterseite entgegen (Taf. I, Fig. 5).

Die Cuticularschichten bilden oft wie im Schafte papillöse Erhebungen.

An den Rändern wachsen die Zellen oft zu Haaren aus (*A. scorodoprasum*, *A. Chamaemoly*, Taf. II, Fig. 5). Die Papillen können auf der ganzen Blattunterseite auftreten und bedingen die Rauhheit der betreffenden Blätter. (Ähnlichen Papillen begegnet man in den Blättern verschiedener *Amaryllideae*.[1])

---

[1] Siehe p. 522.

Spaltöffnungen treten auf der Ober- und Unterseite in gleicher Zahl und Ausbildung auf. Wir haben es hier mit zentrischen (De Bary) oder isolateralen Blättern[1] (nach Heinricher) zu tun, bei denen ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht besteht. Sie können in manchen Fällen typische Rundblätter sein (monofaciale Blätter nach Čelakowský, wie bei *A. fistulosum*, *A. Ledebourianum* u. a.) oder ausgesprochen flach: *A. senescens*, *A. nutans* etc. Auch das Assimilationsgewebe kommt auf der Ober- und Unterseite in gleicher Weise zur Ausbildung. Es besteht aus mehreren Zellreihen, von denen die erste gewöhnlich aus palisadenartig gestreckten Zellen besteht, während die Zellen der darunter liegenden Schichten in der Regel im Querschnitt mehr oder minder isodiametrisch erscheinen (*A. fistulosum*, *A. nutans*, *A. senescens*); es können aber auch alle Assimilationszellen dieselbe, im Querschnitte rundliche, Gestalt haben oder nur eine schwache Andeutung einer radialen Streckung zeigen (*A. Victorialis*, *A. carinatum*, *A. sibiricum*, *A. Schraderi* etc.).

Zwischen den Assimilationszellen der zweiten bis dritten Reihe unter der Epidermis finden sich auf der Ober- und Unterseite die wohlbekannten Schlauchzellen, welche meist von fünf bis sechs teils gestreckten, teils rundlichen oder aber von lauter rundlichen Assimilationszellen kranzförmig umstellt sind. Dieser isolaterale Blattbau hängt wohl damit zusammen, daß die linealen, bei den meisten Arten ungestielten Blätter nicht eine bestimmte Lichtlage einnehmen, sondern von allen Seiten gleichmäßig beschienen werden.

Bei *A. ursinum* treffen wir gestielte Blätter an, welche nach dem bifacialen Typus (De Bary)[2] gebaut sind, indem die physiologische Oberseite an Assimilationsparenchym reicher, die Unterseite dagegen chlorophyllärmer ist.[3]

---

[1] J. L. Čelakowský nennt diese und ähnlich gebaute Blätter pseudobifacial. O listech monofacialnich (Über monofaciale Blätter), Abh. (Rozpravy) der böhm. Akad., II. Kl., Prag, Jahrg. 12 (1903), Nr. 8, p. 11 u. f.

[2] De Bary, l. c., p. 427.

[3] Bekanntlich hat hierbei eine frühzeitige Dehnung des Blattstiels stattgefunden, derzufolge die morphologische Unterseite zur Oberseite wird und umgekehrt. S. Irmisch, Morphologie der Knollen und Zwiebelgewächse, p. 1 u. ff.

In den breiten, ebenfalls gestielten Blättern von *A. Victorialis* macht sich dagegen im Assimilationsgewebe ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht bemerkbar. Das Blatt entspricht vollkommen dem zentrischen Typus wie die flachen linealen Blätter von *A. senescens* oder *A. nutans* etc., was seine Stellung in die Sektion *Rhiziridium* anatomisch begründet erscheinen läßt.

Im Zentrum des Blattes ist Parenchymgewebe vorhanden, welches bei manchen Arten durch Zerreißung der Zellwände entstandene größere oder kleinere Lückenräume aufweist, die durch Gewebebalken voneinander getrennt sind. Bisweilen können alle Wände im Inneren zerreißen, wodurch dann ein einheitlicher zentraler Hohlraum entsteht *(A. fistulosum, A. Ledebourianum, A. sibiricum, A. Schoenoprasum).*

Die Gefäßbündel sind bei der Mehrzahl der Arten nicht in der Mitte in einer Reihe angeordnet, den Hadromteil der Blattoberseite zukehrend, sondern sie treten, auch hierin dem zentrischen Bau entsprechend, in zwei Reihen auf und kehren ihr Hadrom beiderseits gegen das Blattinnere so, daß nur die Bündel der Blattunterseite die normale Orientierung wie in der Scheide beibehalten.

Die einzelnen Gefäßbündel entbehren in den meisten Fällen eines besonderen mechanischen Gewebes. Bei einigen Arten finden wir um das Hadrom *(A. hymenorrhizum)* oder um das Leptom *(A. strictum)* oder um beide *(A. ochroleucum)* stärkere oder schwächere mechanische Belege.

Gefäßbündelanordnung in der Lamina.

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, daß die Blätter sich bei den meisten Arten durch einen zentrischen Aufbau auszeichnen, welcher Aufbau sich auch in der Orientierung der Gefäßbündel, die ihren Hadromteil nach dem Blattinnern kehren, kundtut.

Nur bei einigen der untersuchten Arten aus der Sektion *Moly* sind die Gefäßbündel in der Lamina, ebenso wie in der Scheide, in einer Reihe angeordnet und kehren ihr Hadrom der Blattoberseite zu, was das gewöhnliche Verhalten für den Ver-

lauf der Gefäßbündel im Blatte vorstellt. Die erstere Anordnung ist also nicht die für die Blätter typische. Es drängen sich daher die Fragen auf:

1. Wie kommt diese Anordnung der Bündel in der Laminaroberseite, mit dem Hadrom nach der Blattmitte, zustande?

2. Welche Arten wären als die ursprünglicheren anzusehen?

3. Kann man auf Grund der Anordnung der Bündel auf eine nähere phylogenetische Zusammengehörigkeit der sie aufweisenden Formen im Gegensatz zu den übrigen schließen?

Fassen wir die erste Frage näher ins Auge:

Wie kommt diese Anordnung der Bündel nach dem Austritt aus der Scheide in der Lamina zustande?

Die Entwicklung der Gefäßbündel erfolgt bei den meisten Monocotylen nach Falkenberg[1] akropetal, sie werden also an der Basis der Scheide (beziehungsweise der Zwiebelschuppe) angelegt und verlaufen von hier in die Lamina. In der aufgeschlitzten Scheide sind nun die Bündel in einer Reihe angeordnet. Der mittlere Teil der Scheide, beziehungsweise ihre untere Seite, wenn man von der geschlossenen Scheide ausgeht, geht in die Lamina über; die zu beiden Seiten gelegenen Teile (obere Seite der geschlossenen Scheide) enden an der Übertrittsstelle mit oder ohne Ligula.

Die Bündel, welche in dem Teile der Scheide verlaufen, der zur Lamina wird, setzen sich in dieser fort, ohne irgend welche Veränderungen (Drehungen) zu erleiden, was ohne weiteres einleuchtet.

Wie verhalten sich nun die im oberen Teile der geschlossenen Scheide vorhandenen Bündel?

Das Endergebnis — Anordnung der Bündel in der Lamina in einem Kreise mit nach der Mitte gekehrtem Hadrom — ist immer das gleiche, doch erfolgt diese Anordnung je nach den Arten scheinbar in verschiedener Weise, was sich aus der Untersuchung von Schnitten ergibt, die an der Übergangsstelle von der Scheide in die Lamina geführt sind.

---

[1] Vgl. De Bary, Vergleichende Anatomie, p. 407 und Anmerkung 3.

Dieser Unterschied ist jedoch kein durchgreifender; es lassen sich vielmehr Übergänge feststellen, welche die Unterschiede überbrücken lassen, die zwischen den Endgliedern einer Reihe zu bestehen scheinen.

Am besten wird dies durch die folgenden Beispiele erklärt:

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei *A. odorum* (Textfig. I bis IX).

Die Scheide besteht an ihrem oberen Ende auf der Oberseite nur aus wenigen Zellschichten (äußere und innere Epidermis, eventuell dazwischen einige Parenchymzellschichten). Die Gefäßbündel sind schon seitlich ausgebogen (es können hierbei mehrere miteinander verschmelzen), die mittleren der Scheidenoberseite verlaufen ebenfalls etwas seitlich und endigen mitunter daselbst.

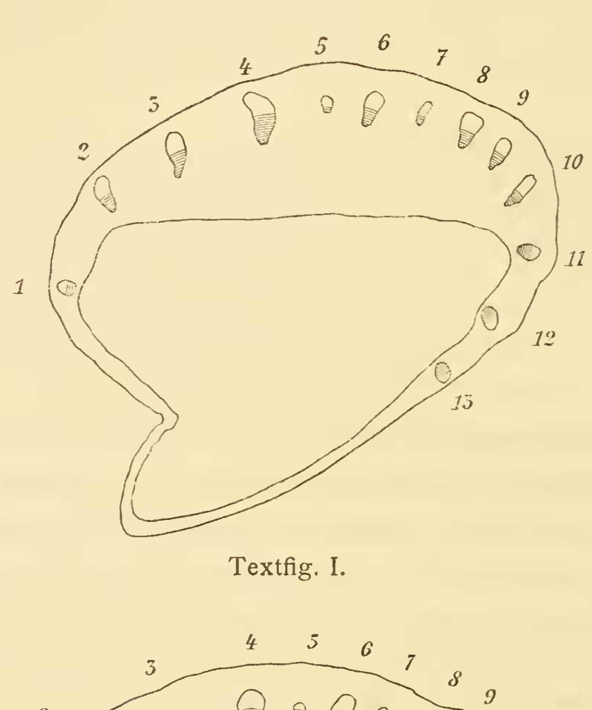
Diese seitlichen Bündel, welche, solange sie noch in der Scheide verlaufen, ihr Hadrom der Scheidenhöhlung zukehren (Textfig. I, 1, 13, 12), nehmen in demselben Maße, wie sie aus der Scheidenoberseite in die Laminarränder übergehen, eine seitliche Orientierung an. Die Lamina ist dort, wo die Scheide eben geendet hat, an ihren Rändern etwas ausgezogen und hier finden wir nun auch die Randbündel (Textfig. II, 1, 13, 12; III, 13, 12; IV, V, 13).

Weiter oben flacht sich die Laminaroberseite ab, die Bündel verlaufen am Rande der Lamina und nähern sich denen der Unterseite immer mehr. Sie senden Verzweigungen nach der Oberseite aus (Textfig. IV, 1, a; VII, a, a'; b', b''), während Teile von ihnen andererseits mit den Bündeln der Unterseite verschmelzen (Textfig. VI, 1 und 2; VIII, 1, 3, 12).

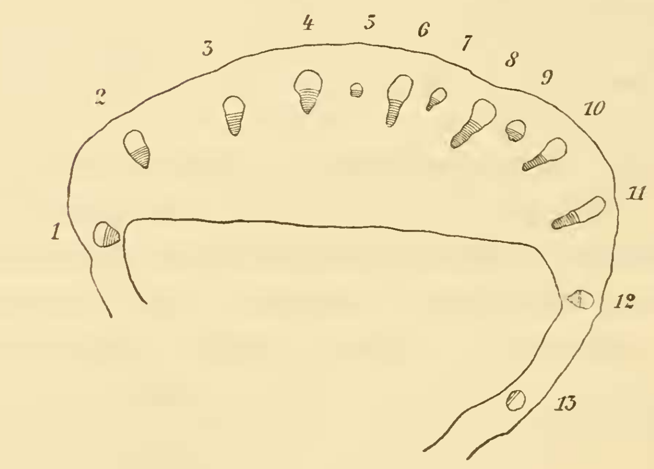
Die aus Verzweigung hervorgegangenen Bündel divergieren voneinander, können dann noch einmal sich verzweigen (Textfig. VIII, IX, b', b'', b''') und über die Laminaroberseite regelmäßig verteilen; in der Nähe der Scheidenmündung sind sie kleiner als die der Unterseite, weiter gegen die Spitze des Blattes zu sind sie beiderseits ungefähr gleich.

Die gleichmäßige Verteilung finden wir, da die Verzweigung oberhalb der Scheidenmündung nicht sogleich über dem ganzen Querschnitt erfolgt, erst in einiger Entfernung von derselben.

Bei Arten, wo die Scheide mit einer Ligula endet, finden wir in dem unmittelbar oberhalb der Ligula gelegenen Teil der Lamina die für dieselbe definitive Anzahl von Bündeln, weil die Verzweigung längs der Ligularbasis erfolgt. Wenn die Ligula



Textfig. I.

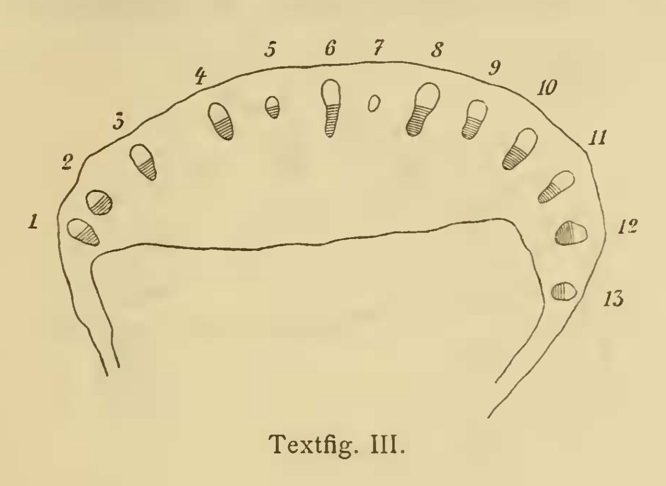


Textfig. II.

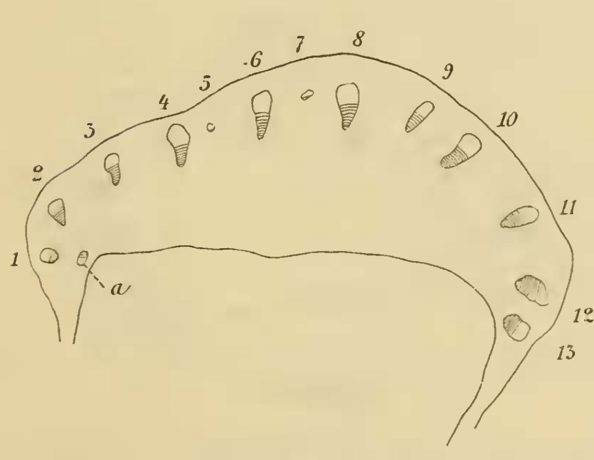
sehr flach ist *(A. ampeloprasum)*, erfolgen die Verzweigungen nahezu in derselben Höhe, so daß die Bündel der Oberseite zugleich über den ganzen Querschnitt verteilt auftreten.

Die Formen, wie *A. odorum* (*A. ochroleucum, A. Victorialis* u. a.), leiten andrerseits zu jenen ligularlosen Formen, wie *A. senescens, A. nutans* etc. hinüber, bei welchen die seitlichen Bündel der Scheide nicht in den Rändern der Spreite weiter

verlaufen, sondern allmählich eine gegen die Mittellinie der Laminaroberseite konvergierende Richtung einnehmen, so daß Teile der ursprünglichen Seitenbündel die Mitte einnehmen, und die Verzweigungen zwischen der Mitte und den Rändern erfolgen. Da die Annäherung der beiden Bündel in der Mittel-



Textfig. III.



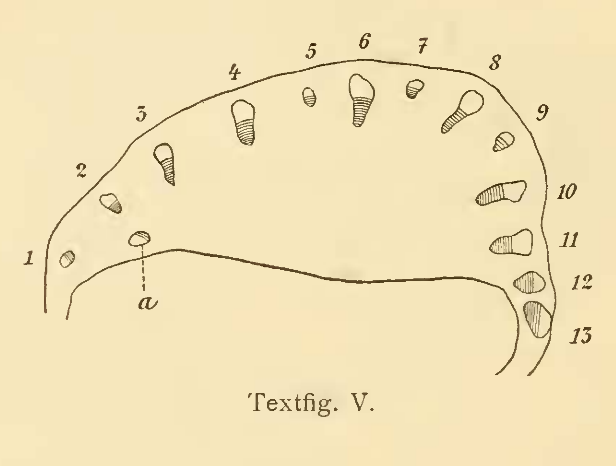
Textfig. IV.

linie in größerer oder geringerer Entfernung von der Scheidenmündung erfolgt, so ist oft an Querschnitten 1 bis 2 *cm* über derselben der mittlere Teil der Laminarorberseite noch frei von Bündeln.

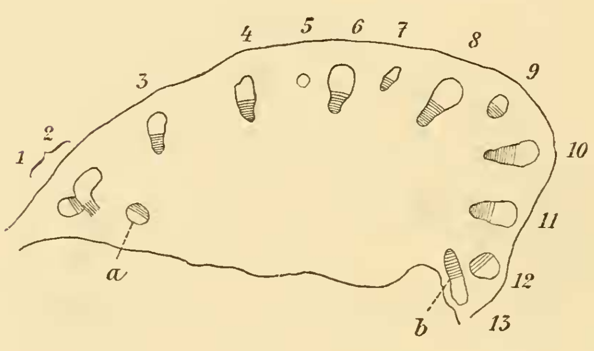
In dem vorliegenden Exemplar von *A. senescens* sind die Bündel in der Laminarunterseite, beziehungsweise schon in der Scheide in zwei Reihen angeordnet, indem von den größeren und kleineren Bündeln, die fast immer in den Blättern miteinander alternieren, die ersteren mehr gegen das Innere des

Blattes, die letzteren gegen die Peripherie zu verlagert sind (siehe p. 499).

Gegen die Spitze des Blattes zu rücken die weiter innen gelegenen Bündel mehr gegen die Peripherie, während andere miteinander verschmelzen, so daß wir hier auf der Unterseite nur eine Reihe von Bündeln sehen, in der gesamten Lamina



Textfig. V.



Textfig. VI.

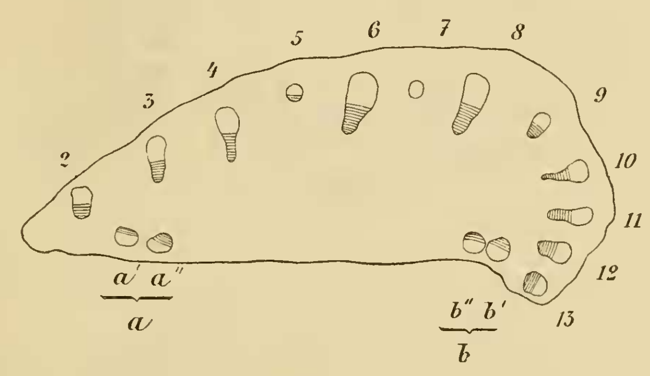
beziehungsweise zwei Reihen, welche ihr Hadrom nach der Mitte kehren.

Nicht wesentlich anders als bei diesen ligularlosen flachblätterigen Formen liegen die Dinge bei den hohlblätterigen Formen mit wohlausgebildeter Ligula, wie z. B. *A. fistulosum.*

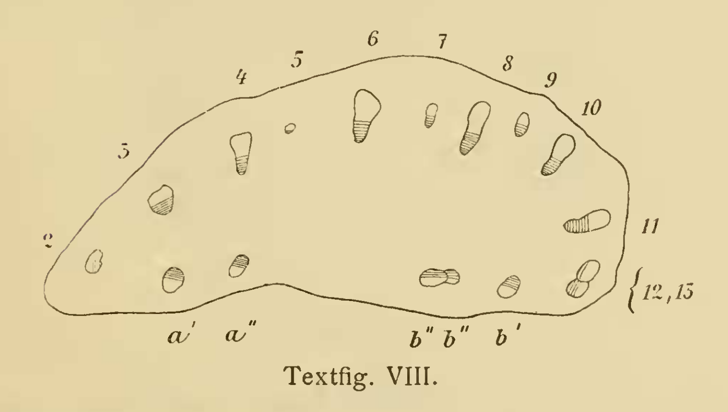
Auch hier sind es die lateralen Bündel, welche die Mitte der Laminaroberseite einnehmen, indem sie beiderseits längs der Ligula bis zur höchsten Stelle derselben verlaufen und hier in die Lamina eintreten.

An Querschnitten, an welchen noch ein Teil der Ligula getroffen ist, ist mithin der entsprechende Teil der Laminar-

oberseite noch bündelfrei; über dem Ligularende tritt dann die für die Laminaroberseite im großen Ganzen (Verzweigungen und Verschmelzungen finden hier in jeder Höhe häufig statt) definitive Anzahl von Bündeln auf. Die Zahl der Bündel ist in der Lamina annähernd dieselbe wie in der Scheide, indem die durch Verschmelzung erfolgte Reduktion in der Zahl der Bündel durch allmähliche seitliche Verzweigung längs der



Textfig. VII.



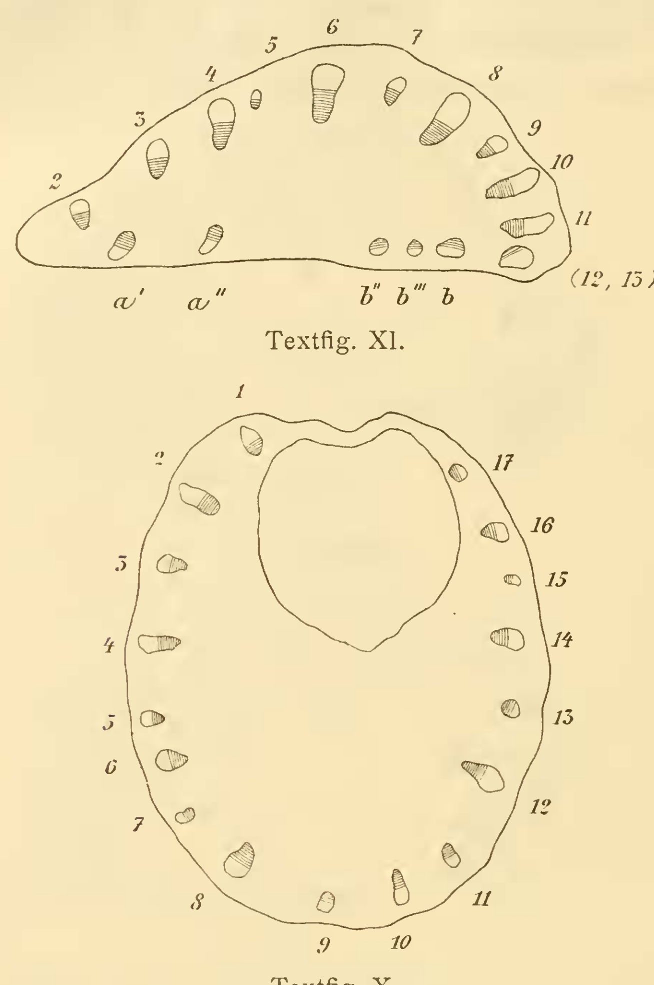
Textfig. VIII.

Ligula (zwischen mittleren Bündeln und Blattrand, wie bei *A. senescens*) wieder ausgeglichen wird.

Bei *A. paniculatum* und *A. sibiricum* etc. ist die Anzahl der Bündel in der Scheide und der Lamina annähernd dieselbe, ohne daß früher Verschmelzungen und dann wieder Verzweigungen erfolgen.

Bei *A. paniculatum* treten die Bündel aus den seitlichen Teilen der Scheide ebenso wie bei *A. senescens*, schräg nach der Mitte verlaufend, in die Laminaroberseite. Durch schwache Einrollung der Gewebe des Blattes kommen, in der Richtung

gegen die Blattspitze zu, die seitlichen Bündel und die lateral gelegenen der Unterseite allmählich auf die Oberseite, füllen sie jedoch nicht ganz aus. Die im medianen Teil verlaufenden Bündel sind durch Verzweigung der beiden gegen die Mitte



Textfig. XI.

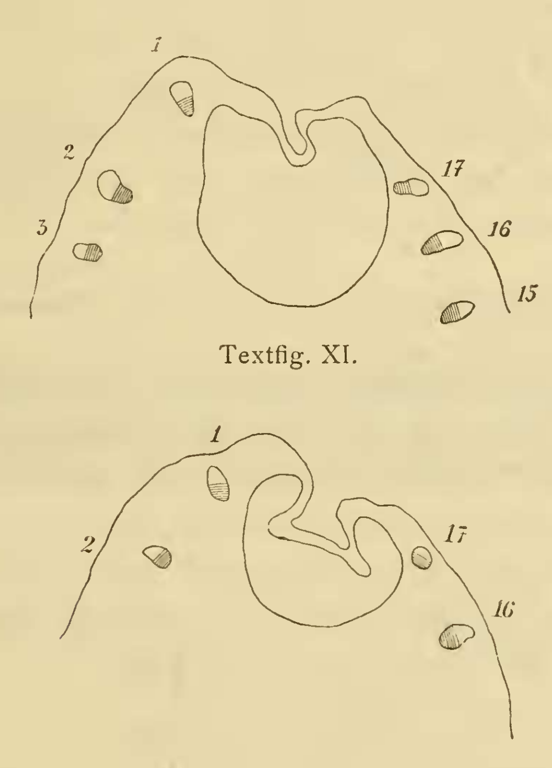
Textfig. X.

konvergierenden Bündel aus diesen hervorgegangen. Bei *A. sibiricum* und *A. Schoenoprasum* findet eine solche Verzweigung fast gar nicht statt.

An sehr jungen Blättern dieser Arten fällt bei flüchtiger Betrachtung die Scheidenöffnung nicht ohne weiteres auf und man empfängt äußerlich den Eindruck, als ob die rundliche Lamina die direkte Fortsetzung der Scheide wäre.

Wir haben es hier mit einer geschlossenen, auf der Ober- und Unterseite ungefähr gleich stark entwickelten Scheide zu tun, deren Gewebe gegen die Lamina zu in demselben Maße

auf der Unterseite zunehmen, als sie auf der Oberseite abnehmen. Gleichzeitig wird auch die Scheidenhöhlung im Innern immer enger, der Vorderteil der Scheidenoberseite stülpt sich schwach ein, es bildet sich eine seichte Rinne (Textfig. X, XI, XII). Am oberen Ende der Scheide besteht die Oberseite schließlich nur noch aus zwei Epidermiszellschichten; hier ist nun auch die Öffnung. Die innere Epidermis der Scheiden-



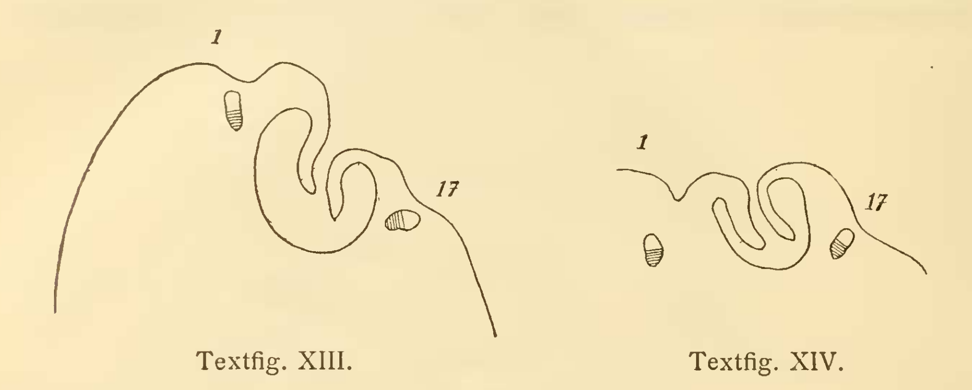
Textfig. XI.

Textfig. XII.

unterseite tritt frei zutage (Textfig. XIII, XIV). Es ist nunmehr eine tiefe Rinne vorhanden, in welche die beiden Gewebelappen hineinragen, welche die Enden der dünnen Scheidenoberseite vorstellen.

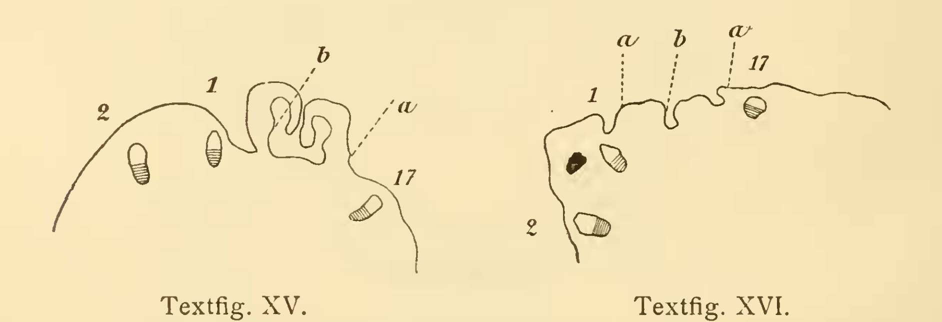
Allmählich wird gegen die Blattoberseite zu die Rinne ausgeglichen, die Lappen stumpfen sich ab und endigen ebenfalls (Textfig. XV, XVI). Die innere Epidermis ist nunmehr zur äußeren Umgrenzung der Blattoberseite geworden; außerdem beteiligen sich noch daran Teile der äußeren (Textfig. XVI, *a*) und inneren (Textfig. XVI, *b*) Epidermis der Scheidenoberseite.

Die Gefäßbündel treten unterhalb der Scheidenöffnung etwas seitlich zurück, um sich oberhalb derselben wieder auf der Laminaroberseite (wenn man bei runden Blättern, wie sie hier vorliegen, von einer solchen reden darf) zu nähern. Hierbei erfolgt eine schwache Drehung um ihre eigene Achse, so daß das Hadrom gegen das Zentrum zu liegen kommt. Zwischen



Textfig. XIII. Textfig. XIV.

den zwei extremen Bündeln besteht zwar noch immer eine etwas größere Entfernung als zwischen den übrigen Bündeln untereinander, welche Entfernung weiter oben entweder durch An-



Textfig. XV. Textfig. XVI.

einanderrücken oder eventuell durch eine Verzweigung der vorhandenen Bündel verringert werden kann.

Es geht nun daraus hervor, daß die oben genannte Anordnung der Bündel in der Lamina, zumal bei den flachblätterigen Formen, erst in einiger Entfernung von der Scheidenmündung uns entgegentritt; bei den rundblätterigen Formen haben wir einen gefäßbündelfreien Teil auf der Laminaroberseite auf eine längere Strecke hin nicht nachgewiesen.

An diese Tatsache anknüpfend, könnte man vielleicht zur Beantwortung der zweiten Frage schreiten:

Läßt die Betrachtung dieser Verhältnisse einen Schluß bezüglich der Ursprünglichkeit dieser Formen zu?

E. Lampa[1] hat die Frage zu lösen versucht, ob die Rundblätter der Liliaceen die phylogenetisch älteren gegenüber den Flachblättern seien, und geht zu diesem Zwecke von *Allium*-Arten aus, bei welchen das Rundblatt noch erhalten geblieben ist. Auf Grund der Befunde bei *A. globosum* kommt nun E. Lampa zu dem Schlusse, daß die Rundblätter die ursprünglicheren sein müßten, von denen sich die Flachblätter entwickelt haben. Als maßgebendes Moment wird angeführt, daß diese Flachblätter ihre Entstehung aus Rundblättern aufs deutlichste zeigen, »indem der anatomische Bau der Ober- und Unterseite, selbst in bezug auf den Gefäßbündelverlauf vollständig derselbe ist«.

Diese Abstammung aus Rundblättern durch Abflachung dürfte vielleicht für die im vorhergehenden beschriebenen Formen zutreffen, bei denen die Bündel in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom angeordnet sind. Die runden Blätter, welche sich in der Regel aushöhlen, müssen ebenso wie die hohlen Stengelorgane und die geschlossenen Scheiden[2] den Anforderungen an Biegungsfestigkeit Rechnung tragen; ein besonderes mechanisches Gewebe fehlt hier, es übernehmen nun die eventuell vorhandenen Bastbelege der Bündel oder, wenn diese gleichfalls fehlen, die Hadromteile der Bündel selbst diese Rolle; ihre Anordnung im Kreis ist also zweckmäßig.

Dieselbe Anordnung, die in derselben Weise zustande kommt, treffen wir bei flachen Blättern vieler *Allium*-Arten wieder; es ist daher möglich, daß diese aus Rundblättern hervorgegangen sind, wobei ihre Herkunft von denselben sich noch in der für die Rundblätter zweckmäßigen Anordnung der Bündel ausspricht.

Speziell die Art und Weise des Zustandekommens dieser Anordnung möchte ich für die Entscheidung der Frage als ausschlaggebend betrachten, da es auch Flachblätter mit zwei Bündelreihen gibt, in welchen diese Anordnung auf andere

---

[1] Emma Lampa, Untersuchungen über einige Blattformen bei Liliaceen. Österr. bot. Zeitschr., 1900, p. 423.

[2] Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie, 3. Aufl., p. 169.

Weise zustande kommt (siehe *Brodiaea*, p. 516) und von denen es zweifelhafter ist, ob sie von Rundblättern abstammen. Dieser Umstand wird in der erwähnten Abhandlung nicht berücksichtigt.

Ferner gibt es *Allium*-Arten mit Flachblättern, welche eine einzige Reihe von Bündeln haben, die normal orientiert sind, z. B. *A. Moly* und andere Vertreter dieser Sektion.

Wie verhält es sich nun eben bei diesen Formen?

Sollte man da gleichfalls an eine Ableitung von runden Blättern denken, bei welchen ihre Anpassung an die flache Form schon so weit vorgerückt ist, daß die Bündel auf die Oberseite gar nicht mehr verlegt werden, da dies nunmehr von keinerlei Vorteil ist?

Oder sollten nicht eher eben diese flachblätterigen Formen mit einer Bündelreihe, wie sie außerdem auch bei der Mehrzahl der übrigen *Allioideae* und der *Amaryllidoideae* vorkommen, als die ursprünglicheren anzusehen sein? Von ihnen würden sich dann die typischen runden Blätter ableiten lassen, von welch letzteren man ihrerseits die besprochenen Flachblätter mit zwei Bündelreihen herleiten könnte.

Darauf zurückzukommen wird sich später nochmals Gelegenheit bieten.

An dieser Stelle soll mit einigen Worten noch auf die Frage nach den Beziehungen zwischen den einzelnen Arten eingegangen werden, welche sich im Gegensatz zu der eben behandelten Frage mit etwas größerer Sicherheit, und zwar dahin beantworten läßt, daß die flachblätterigen Formen mit zwei Bündelreihen in den Blättern den rundblätterigen Formen näher stehen als den flachblätterigen mit einer Bündelreihe, worauf gewissermaßen auch andere anatomische Eigentümlichkeiten (anatomischer Bau der Zwiebel) hinzudeuten scheinen. Ferner würden die Arten mit einer Bündelreihe in den Blättern, also die untersuchten Vertreter der Sektion *Moly* (mit Ausschluß von *A. multibulbosum*, welches anatomisch auch sonst eher Beziehungen zu den übrigen Sektionen zeigt) den übrigen Allioideen näher stehen als die *Allium*-Arten der anderen Sektionen.

Doch wird es, um auf letzteren Umstand eingehen zu können, zweckmäßiger sein, vorher die wenigen Untersuchungen

einiger anderen Allioideengattungen in Kürze hier folgen zu lassen.

Da mir nicht mehr Material zur Verfügung stand, wurde meist nur je eine Species untersucht, ferner mußte aus demselben Grunde in vielen Fällen eine Untersuchung der Schäfte unterbleiben; doch scheinen die Blattorgane die wichtigsten Vergleichs-, beziehungsweise Unterscheidungsmerkmale abzugeben.

Nothoscordum.

Diese Gattung wird von E. Regel als eine *Allium*-Art *(A. fragrans)* zur Sektion *Moly* gezählt und zeigt tatsächlich im anatomischen Bau eine große Übereinstimmung mit den Arten der genannten Sektion.

Die Wurzel ist durch dünnwandiges Parenchym gekennzeichnet, was bei *Allium* seltener *(A. ursinum)*, bei den übrigen Gattungen dagegen häufiger der Fall ist.

Das Zentrum des Gefäßbündels ist gewöhnlich von zwei großen Gefäßen eingenommen, von welchen mehrere (sechs bis sieben) kleinere Hadromradien ausstrahlen.

Die Schutzscheide ist schwach entwickelt, die Wände sind verhältnismäßig dünn.

Der Schaft zeigt den für die Gattung *Allium* charakteristischen Bau.

Die Epidermiszellen sind besonders auf der Außenseite, aber auch auf der Innenseite dickwandig; auch die Radialwände sind verhältnismäßig dick.

Die Assimilationszellen sind nicht gestreckt und in mehreren Reihen vorhanden. Mit den Assimilationszellen der ersten Reihe alternieren auch die Schlauchzellen. Dann folgt der mechanische Ring von ziemlich großer Mächtigkeit. Die Zellen desselben sind reich getüpfelt. Gegen das Zentrum werden die Zellen immer dünnwandiger und großlumiger, nur die über den großen inneren Gefäßbündeln gelegenen sind kleiner und dickwandiger als die übrigen Zellen ihres Niveaus und bilden eine Art lokalmechanischen Beleges über den Bündeln.

Gegen die Peripherie zu liegen dem Bastring bedeutend kleinere Bündel außen an.

Das Zentrum höhlt sich durch Zerreißen der Parenchymzellen aus.

Die Zwiebel besteht aus zahlreichen Schuppen, welche von den Scheidenteilen der Blätter gebildet werden und ringsum geschlossen sind. Die innerste Schuppe ist die fleischigste; alle Parenchymzellen sämtlicher Schuppen führen, ebenso wie die Achse selbst, reichlich Stärke.

Die Blattscheide ist an der Übergangsstelle der Zwiebelschuppe auf der Innenseite noch recht fleischig, während sie gegen ihr Ende zu, beziehungsweise gegen Beginn der Lamina zu immer gewebeärmer wird, bis sie nur noch aus zwei Epidermiszellreihen besteht.

Sie reißt zuweilen durch, die dünne Haut schrumpft ein, so daß man an älteren Exemplaren den Eindruck einer offenen Scheide empfängt.

In der Blattlamina finden wir eine Epidermis mit ziemlich stark verdickten Außen- und dünnen Innenwänden, darunter folgen gewöhnlich drei Assimilationszellreihen; unter der ersten derselben treten die Schlauchzellen auf, welche von einer Anzahl von Assimilationszellen umstellt werden. Diese letzteren sind in der ersten Reihe nur wenig, in den übrigen Reihen gar nicht gestreckt. Das Zentrum des Blattes ist von Parenchym eingenommen, welches große, durch Zerreißen der Zellen entstandene Lücken aufweist.

In den dazwischen befindlichen Parenchymlamellen sind in einer Reihe die Gefäßbündel, welche ihr Hadrom nach der Blattoberseite kehren.

Wie erwähnt, haben wir in *Nothoscordum* einen Typus, welcher in den Scheidenverhältnissen und in der Bündelanordnung den Vertretern der Sektion *Moly* nahe steht. Besonders in den Schlauchzellen, welche keine Raphiden führen, ist ein Merkmal gegeben, welches für die nahen Beziehungen zwischen *Nothoscordum* und *Allium* spricht. Mit *Nothoscordum* weist große Ähnlichkeit in ihrem Bau die Gattung

Milla uniflora

auf. Die Ähnlichkeit spricht sich schon im anatomischen Bau der Wurzeln aus, welche in der Regel nur etwas weniger

erstarken als bei *Nothoscordum*, wie ja die gesamte Pflanze viel zarter ist als diese. Ferner weisen die Blätter große Ähnlichkeit mit denen von *Nothoscordum* auf. Die Außenwände der Epidermis sind verdickt, die Innenwände dünn; unter der Epidermis folgen drei Reihen von Assimilationszellen, deren erste etwas gestreckte Zellen aufweist. Die Schlauchzellen treten unter den Assimilationszellen der ersten Reihe auf und werden von diesen allseits umstellt.

Das Parenchym des Zentrums reißt stellenweise durch; in den Parenchymlamellen treten in einer Reihe und normaler Orientierung die Gefäßbündel auf.

Der Schaft weicht von demjenigen der bisher besprochenen Arten darin ab, daß er eines mechanischen Ringes entbehrt.

Die Schlauchzellen führen keine Raphiden.[1]

Die zwei anderen Gattungen dieser Gruppe, *Brodiaea* und *Gagea*,[2] von denen ich je eine Art untersuchte, stehen dem bisherigen Typus nach verschiedenen Richtungen etwas ferner, und zwar liefern auch hierbei das Hauptunterscheidungsmerkmal die Schläuche.

Brodiaea capitata.

Die Blätter sitzen mit ihren kurzen geschlossenen Scheiden dem oberen Teile der Reservestoffe führenden Knolle auf; diese Blattbasen oder Scheiden, welche ebenfalls, wenn auch nur in geringerem Maße, Reservestoffe speichern, können auch als Zwiebelschuppen bezeichnet werden. Mit Rücksicht auf ihren anatomischen Bau entnimmt man aus einem Querschnitt folgendes: An einer Stelle besteht das Parenchym aus einer größeren Anzahl von Schichten als in der Umgebung, und dieser Teil bildet weiter oben, in der Lamina eine Art Mittelrippe. Die Gefäßbündel verlaufen ringsherum in einer Reihe nahe der Außenseite und kehren ihr Hadrom nach innen. Nur an der gewebereicheren Stelle treten auch auf der Innenseite einige Bündel auf, welche ihr Hadrom den anderen Gefäßbündeln zukehren.

Indem sich dieses unten geschlossene Gebilde in geringer Entfernung von der Basis öffnet und Chlorophyllparenchym

---

[1] Hanstein, Milchsaftgefäße, p. 40.

[2] Siehe Nachtrag auf p. 531.

führt, geht es direkt in die Lamina über, welche in ihrem unteren Teile bedeutend breiter ist als an der Spitze.

In der Mitte finden wir, wie erwähnt, eine Art Mittelrippe, welche der ganzen Länge des Blattes nach bis zur Spitze desselben verläuft. In ihr erscheinen die Bündel in einem Kreise angeordnet und kehren ihr Hadrom nach dem Zentrum desselben. In den lateralen Teilen der Spreite treten die Bündel in einer einzigen Reihe auf und kehren den Hadromteil nach der Blattoberseite. Der zentrale Teil höhlt sich in den oberen Teilen und in älteren Stadien aus und der Querschnitt erinnert, wenn man von den Rändern absieht (die oben erheblich schmäler geworden sind), einigermaßen an ein Hohlblatt von *Allium*. Diese Anordnung der Bündel ist jedoch in anderer Weise zustande gekommen als bei *Allium*, indem hier nämlich die Scheide sich geöffnet hat und direkt zur Lamina geworden ist; die definitive Orientierung der Bündel läßt sich bis zum Grunde der Scheide hinab verfolgen.

Ein, wie mir scheint, bedeutender Unterschied von den übrigen untersuchten Gattungen dieser Gruppe liegt darin, daß hier in dem vielfach genannten Basalteil des Blattes (Taf. II, Fig. 3) zahlreiche Raphiden *(R)* vorkommen, welche bei den übrigen Gattungen fehlen.[1] Die Raphidenzellen zeichnen sich von den übrigen Parenchymzellen durch ihre bedeutendere Größe aus, doch haben sie hier nicht die Schlauchgestalt. In der Lamina hingegen finden wir wieder Schläuche vor, in welchen spärliche Raphiden auftreten.

Im Schaft ist ein wohlausgebildeter, mechanischer Ring vorhanden, welchem sowohl außen als innen die Gefäßbündel an- oder eingelagert sind, indem die mechanischen Zellen, welche die Gefäßbündel an der dem Ringe abgekehrten Seite (Hadrom der inneren, Leptom der äußeren Bündel) begleiten, in direkter Verbindung mit den Zellen des Ringes sind. Raphidenzellen kommen auch hier vor.

---

[1] Nach J. Parkin, l. c., in Ann. of bot., und in Just, Jahresbericht, »fehlen die Raphiden den *Allieae* gänzlich«; die einzelnen daraufhin untersuchten Gattungen werden nicht aufgezählt.

Gagea lutea

unterscheidet sich wieder durch den völligen Mangel an Schlauchzellen überhaupt, die sonst entweder mit oder ohne Raphiden bei den *Allieae* vorkommen. Über den anatomischen Bau ist im allgemeinen nicht viel zu bemerken.

Die Zwiebel besteht bekanntlich aus mehreren dünnen Schuppen, welche die Scheidenteile der Blätter vergangener Jahrgänge vorstellen, und einer inneren fleischigen Schuppe, welche einem Niederblatte entspricht. Letzteres legt sich mit seiner äußeren Epidermis fest an die nächst äußere Schuppe an. Diese Epidermiszellen führen, wie alle übrigen Parenchymzellen, reichlich Stärke und sind als solche nur daran kenntlich, daß sie sich in die Rinne fortsetzen, welche vom fleischigen Niederblatt gebildet wird. Man könnte sonst bei flüchtiger Betrachtung geneigt sein, die nächst äußere Schuppe noch als einen Teil des Niederblattes anzusehen, zumal deren innere Epidermis ebenfalls Stärke führt und sich von der ihr angrenzenden Epidermis des Niederblattes gar nicht abhebt.

Die äußere Epidermis dieser zweiten Schuppe hingegen tritt deutlich hervor und noch mehr die unmittelbar darunter liegende Zellschichte, welche aus mechanischen Zellen besteht; die wenigen übrigen, die Schuppe aufbauenden Zellschichten werden von gewöhnlichen, stärkeführenden Parenchymzellen gebildet.

Die genannten mechanischen Zellen haben stark verdickte Innen- und Seitenwände, welche von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt sind und, mit Phloroglucin-Salzsäure behandelt, rote Färbung geben (Taf. III, Fig. 1). Sie können wohl als Sclerenchymzellen *(Sk.)* bezeichnet werden. Im Lumen treten mehrere Einzelkrystalle auf. Die Außenwände sind äußerst dünn und zart, ebenso wie die der daran angrenzenden Epidermiszellen *(Ep.)*, die Außenwände der letzteren sind etwas verdickt.

Oft haben auch manche Zellen *(Z)* der zweiten Schichte unter der Epidermis stärker verdickte Wände als die übrigen Parenchymzellen der Zwiebelschuppe.

Die weiter nach außen gelegenen älteren Schuppen, welche ebenfalls aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgehen,

sind den eben beschriebenen ähnlich gebaut. Die äußere Epidermis hebt sich als dünnes Häutchen von den übrigen Gewebeteilen leicht ab, so daß die Sclerenchymzellschichte als äußere Schichte erscheint und nur stellenweise die Reste der losgelösten Epidermis aufweist.

In der Zwiebel von *Gagea stenopetala* kommt nach Flinck[1] ebenfalls ein mechanisches Gewebe vor.[2]

Die Scheiden der Blätter sind gleich über der Basis geöffnet und gehen direkt in die Lamina über; die Bündel sind in einer Reihe angeordnet und kehren ihren Hadromteil nach der Oberseite.

Bei *Gagea reticulata* sollen nach Schulze[3] die Bündel in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom orientiert sein.

Der Schaft entbehrt eines mechanischen Ringes. Die Epidermis ist auf der Außenseite verdickt, an den Stengelkanten wird sie zweischichtig und hier nimmt die Verdickung einen collenchymatischen Charakter an.

Aus der Gruppe der *Agapantheae* untersuchte ich die Arten *Tulbaghia violacea* und *Agapanthus multiflorus.*

Tulbaghia violacea.

Im äußeren Habitus der vegetativen Organe zeigt diese Pflanze vielfach Ähnlichkeit mit der Gattung *Allium,* welche Ähnlichkeit sich in mancher Hinsicht auch im anatomischen Bau äußert. Die Wurzel hat lockeres dünnwandiges Rindenparenchym, eine verhältnismäßig dünnwandige Schutzscheide.

Das Zentrum des Bündels ist von Parenchym eingenommen.

Die Zwiebelachse entbehrt eines mechanischen Gewebes und speichert reichlich Stärke.

Die Zwiebelschuppen, welche aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervorgehen, haben kein mechanisches Gewebe, speichern ebenfalls Stärke und weisen lange Schlauchzellen in

---

[1] Joh. Aug. Flinck, On den anatomiska biggnaden hos de vegetativa organen för upplagsnäring. Helsingfors 1891. Referat in Just, Jahresbericht 1891, p. 572, Nr. 34, und Beihefte des bot. Zentralbl., Bd. II, H. 1, p. 36.

[2] Siehe Nachtrag p. 531.

[3] R. Schulze, l. c., p. 335.

mehreren Reihen auf, welche einen bräunlichen Inhalt führen (Taf. I, Fig. 6, *S*). Diese Schläuche setzen sich in die Scheide fort und verlaufen in deren oberer und unterer Seite (in letzterer noch in mehreren Reihen), wo sie sich noch durch einen dunklen Inhalt auszeichnen.

In der Lamina hingegen sind sie nur mehr in einer Reihe, haben farblosen Inhalt und sind am Querschnitt nur durch die kreisrunde Gestalt und den geringeren Durchmesser gegenüber den Assimilationszellen, zu unterscheiden, von welch letzteren sie kranzförmig umstellt werden. Sie treten hier unter der ersten Assimilationszellschichte auf. Es läßt sich hierbei deutlich beobachten, daß die Assimilationszellen der ersten Reihe, die palisadenartig gestreckt sind, sich gegen die Schlauchzelle krümmen.

Die Schläuche führen niemals Raphiden und diese kommen bei dieser Art auch in anderen Zellen nicht vor, was eine Annäherung an die raphidenlosen Gattungen der *Allieae* bedeutet.

Der starke Lauchgeruch, welcher außer der Gattung *Allium* allen übrigen Gattungen dieser Gruppe abgeht, dürfte gleichfalls für die nahen Beziehungen zwischen diesen beiden Gattungen sprechen.

Die Bündel sind in der Lamina bloß in einer Reihe vorhanden und kehren ihr Hadrom nach der Oberseite.

Agapanthus multiflorus.

Diese Species weicht im anatomischen Bau ihrer Blätter von dem der übrigen *Allioideae* etwas ab, nähert sich hingegen mehr demjenigen anderer Liliaceen und auch dem der *Amaryllideae*.

Und wieder sind es die Schlauchzellen, welche ein wichtiges Merkmal abgeben. Sie führen hier reichlichen Schleim, welcher in Alkohol gerinnt, und enthalten lange starke Raphiden.

Die Blätter sind bifacial gebaut; auf der Unterseite ist das Assimilationsgewebe weniger wohlentwickelt als auf der Oberseite. Die Assimilationszellen sind nicht palisadenartig gestreckt, sondern schon in der ersten Reihe unter der Epidermis von rundlichem Querschnitt.

Die Epidermiszellwände sind collenchymatisch verdickt;[1] besonders an der Unterseite und vornehmlich um die Mittellinie bilden die Epidermiszellen im Verein mit den ersten zwei darunter liegenden Parenchymzellreihen schönes typisches Collenchym.

Bisweilen kann die Verdickung der Epidermiszellen eine sehr weitgehende sein.

Die Bündel sind in einer Reihe angeordnet und kehren ihr Hadrom nach der Oberseite, wie dies bei den meisten *Allioideae*- und *Amaryllidoideae*-Gattungen der Fall ist.

Es wurde an anderer Stelle angeführt (p. 512), daß die beschriebenen *Allium*-Arten aus der Sektion *Moly* den übrigen untersuchten Gattungen der *Allioideae* näher stehen als die der übrigen Sektionen, und diese Vermutung wurde hauptsächlich auf Grund der Anordnung der Bündel in der Lamina und des Zustandekommens dieser Anordnung ausgesprochen. Wir begegnen bei den *Allioideae* hauptsächlich Flachblättern mit einer Bündelreihe.

Bei *Brodiaea* trafen wir allerdings in der »Mittelrippe« eine kreisförmige Anordnung der Bündel an, welche jedoch in anderer Weise zustande kommt. Die Beziehungen dieser Blätter sind nun ebenfalls zu den Flachblättern mit einer Bündelreihe näher, als zu denjenigen mit zwei Reihen, denn bei letzteren ist diese Orientierung (ebenso wie in den Hohlblättern, von denen sie sich im Wesen nicht unterscheiden) erst in der Lamina durch nachträgliche Drehung und Verzweigung der Bündel erfolgt, während bei *Brodiaea* die Blätter nichts anderes als Flachblätter sind, in welchen eine zweite Reihe von entgegengesetzt orientierten Bündeln angelegt wird.

Ja, man könnte vielleicht die Flachblätter mit einer Bündelreihe als die ursprünglichen ansehen, von welchen sich einerseits die hohlen (und die von ihnen abgeleiteten Flachblätter mit zwei Bündelreihen, wie bei *Allium*) und andrerseits die

---

[1] Siehe auch R. Schulze, l. c., p. 307.

... ätter mit entgegengesetzt orientierten Bündeln (wie bei *Brodiaea*) ableiten lassen.[1]

Bei *Gagea reticulata* sollen nach Schulze die Bündel, wie schon erwähnt, in zwei Reihen angeordnet sein.[2]

Als Anhang sei endlich noch der wenigen

Amaryllidoideae

aus der Unterfamilie der *Amaryllideae*[3] gedacht, die ich zum anatomischen Vergleich mit den im vorangehenden besprochenen *Allioideae* heranzog.

Diese Untersuchung ist eine in jeder Hinsicht unvollständige, da ich selbst von den wenigen Species, die mir zur Verfügung standen, nicht alle Vegetationsorgane beschaffen konnte; in den meisten Fällen fehlten die Schäfte; doch ich lege auch hier das Hauptgewicht auf die Blattorgane.

Haemanthus.

Von dieser Gattung wurden die Species *H. albiflos* und und *H. coccineus* untersucht.

Die Wurzel von *H. albiflos* hat ein lockeres Rindenparenchymgewebe, ein zentrales Gefäßbündel, welches von einer dünnwandigen Gefäßbündelscheide umgeben ist; das Zentrum desselben ist von Parenchymgewebe eingenommen. Hadrom und Leptom sind in sieben bis mehr Radien angeordnet. Die Wurzeln entspringen endogen an der Zwiebelachse, welche reichlich Stärke führt. Die Zwiebelschuppen gehen aus den Scheidenteilen der Laubblätter hervor. Die äußeren, welche die unteren Teile der älteren abgestorbenen Blätter vorstellen, sind größer und fleischiger; die inneren dagegen, die den unteren Teilen der jüngsten Blätter entsprechen, sind kleiner und gewebeärmer. Als Reservestoff führen sie Stärke.

Die Bündel der Scheidenoberseite hören in dieser auf. Im Laminarteil ist nur eine Reihe von Bündeln vorhanden.

---

[1] Vgl. p. 512.

[2] Leider lag mir das entsprechende Material nicht vor, um festzustellen, in welcher Weise die Anordnung hier erfolgt ist.

[3] Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, II, 5, p. 103 ff.

Die Lamina zeichnet sich durch die Wände ihrer Epidermiszellen aus, welche dicke Cuticularschichten aufweisen, die über der Mitte jeder Zelle eine papillenartige Vorwölbung bilden. Diese papillenartigen Erhebungen sind in gewissen Partien des Blattes infolge ihrer Größe schon mit freiem Auge sichtbar, so in der Nähe der Ränder gegen die Blattspitze zu. Sowohl gegen die Mittellinie des Blattes als auch gegen die Basis nehmen sie ab. Ähnliche »warzenartige Erhebungen« sind z. B. bei *Aloineae*-Blättern nichts Seltenes.[1]

Im oberen Teile des Blattes gehen die Randzellen der Epidermis in ein langes dickwandiges Haar aus.[2]

Die Epidermiszellen der Blätter von *Haemanthus coccineus* unterscheiden sich von den eben besprochenen darin, daß die Außenwände allerdings stark verdickt sind, jedoch einer so mächtigen Cuticularschicht, sowie der papillösen Erhebungen entbehren. Randhaare kommen nicht vor. Die Cuticula ist vielfach skulpturiert und überdacht über den Schließzellen einen Teil der äußeren Atemhöhle. Ihr freier Rand hat einen wellenförmigen Kontur *(C)* (Taf. III, Fig. 2).

Die Querwände sind besonders im mittleren Teile der Zelle verdickt, was sich noch deutlicher als an Oberflächenschnitten an radialen Längsschnitten feststellen läßt (Taf. III, Fig. 3, *Rw*).

Die Assimilationszellen von *Haemanthus albiflos* sind auf der Blattoberseite in der ersten Reihe etwas palisadenartig gestreckt, in den übrigen Reihen fast isodiametrisch; auf der Unterseite ist eine solche radiale Streckung nicht nachweisbar.

Bei *Haemanthus coccineus* sind auf der Oberseite die Assimilationszellen der beiden ersten Reihen radial gestreckt.

Auch finden sich hier von Assimilationszellen umstellte farblose Schlauchzellen, in welchen ich bei *Haemanthus coccineus* Raphidenbündel oder Raphiden, wenn auch nur in sehr spärlicher Anzahl vorfinden konnte.

---

[1] Nach Berger in Engler's »Pflanzenreich«.

[2] Vergl. *A. Chomaemoly*, *A. scorodoprasum*, p. 499.

Bei *Haemanthus albiflos* hingegen konnte ich trotz aufmerksamer Untersuchung an Quer- und Längsschnitten das Vorhandensein von Raphiden nicht nachweisen.

In diesen Schlauchzellen sind die langen spindelförmigen Kerne[1] mitunter sehr deutlich sichtbar.

Der Schaft von *Haemanthus coccineus* weist eine Epidermis mit collenchymatisch verdickten Außen- und Innenwänden auf. Das gesamte Parenchym ist locker und dünnwandig; der Schaft entbehrt eines mechanischen Ringes, sowie jedes mechanischen Gewebes.

Galanthus nivalis.

Die Wurzel zeigt den gewöhnlichen Monocotylenbau; das Rindenparenchym ist fester als bei den übrigen Amaryllideen. Im Zentrum ist das Gefäßbündel von einer schwach entwickelten Schutzscheide umgeben.

Das Zentrum des Bündels wird von einem Gefäß eingenommen, von welchem einige Hadromplatten ausstrahlen.

Der Schaft hat Epidermiszellen mit verdickten Außenwänden; die Assimilationszellen sind nicht gestreckt, sondern von rundlichem Querschnitt; ferner fehlt jede Spur eines mechanischen Ringes.

Die Gefäße sind auch hier in zwei Kreisen angeordnet, d. h. es alternieren kleinere, die näher der Peripherie sind, mit größeren, die mehr im Zentrum verlaufen. Die Parenchymzellen sind locker und durch große Interzellularen voneinander getrennt. Die Schlauchzellen führen einzelne wenige Raphiden.

Die Zwiebelschuppen speichern Stärke und entbehren jeden mechanischen Gewebes.

Die Blätter haben eine Epidermis mit verdickten Außen- und Innenwänden. Darunter folgt Assimilationsgewebe aus chlorophyllreichen Zellen, die in der Längsrichtung des Blattes gestreckt sind.[2] Auf der Unterseite trifft man chlorophyllärmere Zellschichten von ungefähr gleicher Mächtigkeit an.

---

[1] Vergl. Molisch, Über Zellkerne bes. Art. Bot. Ztg. 199, p. 163 bis 187.

[2] Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsheim Jahrb., XIII, 1882, p. 117.

In der Mitte sind »Parenchymlamellen« vorhanden, »in welchen die Gefäßbündel verlaufen und zwischen welchen große Luftkanäle das Blatt durchziehen«.[1]

Zwischen den Assimilationszellen der ersten und zweiten Reihe erstrecken sich die Schlauchgefäße, welche wie in allen übrigen Vegetationsorganen spärliche Raphiden führen.

Leucojum aestivum.

Die Zwiebelachse wird aus kleinen, Stärke speichernden Zellen gebildet. Ein mechanisches Gewebe ist nicht vorhanden. Die Bündel sind über den ganzen Querschnitt regellos zerstreut.

Die Zwiebelschuppen speichern ebenfalls Stärke und entbehren eines mechanischen Systems; die Außenwände der Epidermis sind verdickt, die übrigen sind dünn.

Die Blattscheiden sind auf der Oberseite bedeutend gewebeärmer als auf der Unterseite, letztere geht in die Lamina über, in welcher die Gefäßbündel in einer Reihe mit nach oben gekehrtem Hadrom orientiert sind.

Das Assimilationsgewebe ist ähnlich wie bei *Galanthus* entwickelt. Die Assimilationszellen umstellen lange Schlauchzellen, welche zahlreiche Raphiden enthalten. Die Kerne dieser Zellen sind langgestreckte Fadenkerne.[2]

Amaryllis sp.

Das Rindenparenchym der Wurzel ist ziemlich gleichmäßig entwickelt, nur in der mittleren Entfernung zwischen Epidermis und Gefäßbündel sind die Zellen etwas radial gestreckt, weiter innen werden sie wieder kleiner.

Das Zentrum des radialen Gefäßbündels ist von Parenchymzellen eingenommen. Die Zwiebel hat verdickte Epidermisaußenwände, die übrigen Wände sind dünn. Die Parenchymzellen führen Stärke. In größeren Zellen kommen in Essigsäure

---

[1] Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsheim Jahrb., XIII, 1882, p. 118.

[2] S. Molisch, Studien etc., l. c., p. 89.

unlösliche Calciumoxalatraphiden vor. Daneben kommen auch darin lösliche Krystalle von kohlensaurem Kalk vor.

Die Epidermis der Blätter hat sehr stark verdickte Außenwände. Die mit starken Cuticularleisten versehenen Spaltöffnungen sind wenig eingesenkt.

Die Assimilationszellen sind fast gar nicht radial gestreckt; zwischen diesen treten in mehreren Reihen die Schlauchzellen von verhältnismäßig geringem Durchmesser auf, welche große Raphidenbündel enthalten.

Das Parenchym ist stellenweise durch große Lufträume unterbrochen. In den Parenchymlamellen verlaufen die Gefäßbündel, welche der mechanischen Elemente entbehren und mit dem Hadrom nach der Oberseite orientiert sind.

Vallota purpurea.

Die Wurzel hat dünnwandiges Rindenparenchym, das gegen das Zentrum hin nur unwesentlich kleinzelliger wird. Das Zentrum des Gefäßbündels ist auch hier von Parenchym eingenommen.

Die Zwiebel hat eine Epidermis mit verdickten Außen- und zarten Innen- und Seitenwänden.

Zwischen den Parenchymzellen sind zahlreiche schleimführende Schläuche von bedeutendem Querdurchmesser (drei- bis mehrfach den der Parenchymzellen übertreffend) in mehreren Reihen vorhanden. Diese enthalten Bündel von zahlreichen starken und großen Raphiden.

Auch hier kommen »Fadenkerne« vor.[1]

Zephyranthes.

In der Wurzel von *Z. rosea* sind zwischen den Rindenparenchymzellen raphidenführende Schläuche. Das Zentrum des Gefäßbündels wird von einem Gefäß eingenommen, von dem Hadromradien ausstrahlen.

In der Zwiebel kommen gleichfalls Raphidenzellen vor, die Parenchymzellen speichern Stärke.

---

[1] S. Molisch, l. c., p. 89.

Das Assimilationsgewebe ist in den Blättern sowohl an der Ober- als an der Unterseite wohl entwickelt; die erste Reihe besteht an der Oberseite aus palisadenartig gestreckten Zellen, an der Unterseite ist diese Streckung eine geringere; die übrigen Reihen der Ober- sowie der Unterseite sind eher in tangentialer Richtung gestreckt.

Zwischen den Assimilationszellen finden sich farblose Schlauchzellen vor, welche Raphidenbündel enthalten.

Das Parenchym im Inneren des Blattes weist große Lückenräume auf; in den Parenchymlamellen verlaufen die Gefäßbündel in einer Reihe mit nach der Blattoberseite gekehrtem Hadrom.

Bei *Z. candida*, welche im anatomischen Bau mit der vorhergehenden Spezies in vielen Merkmalen übereinstimmt, sind dagegen die Bündel im Blatte in zwei Reihen mit einander zugekehrtem Hadrom angeordnet und diese Anordnung kommt genau in derselben Weise zustande, wie es für einige hohl-, beziehungsweise flachblätterige *Allium*-Arten (*A. oreoprasum, A. paniculatum* etc.) angegeben wurde, indem die Bündel, die in der Scheide in einer Reihe angeordnet sind, in die Lamina übertreten und sich dort, von den Rändern aus, auf der Oberseite verzweigen, so daß dieselbe von kleineren, umgekehrt orientierten Bündeln eingenommen wird.

Dieses Verhalten scheint außerhalb der Gattung *Allium* nicht eben häufig zu sein.

Sternbergia lutea.

Die Zwiebel dieser Pflanze zeichnet sich durch dicke, jedoch unverholzte Epidermisaußenwände aus, ferner treten in ihr mehrere Schlauchreihen auf, deren Elemente Raphidenbündel enthalten.

Die Epidermis der Blätter hat ebenfalls stark verdickte Außen- und relativ dicke Innenwände.

Die Assimilationszellen der Oberseite sind stark palisadenförmig gestreckt, die der Unterseite hingegen etwas weniger, die übrigen Assimilationszellreihen der Ober- und Unterseite besehen aus im Querschnitt nahezu rundlichen Zellen.

Raphidenschläuche sind vorhanden.

Das Parenchym weist Lückenräume auf. Die Gefäßbündel sind in einer Reihe angeordnet.

Crinum.

Bei *Crinum longifolium* ist im Zentrum der Wurzel Parenchymgewebe vorhanden, zuweilen auch ein Gefäß, welches von Parenchymgewebe umgeben ist; die Wände dieser Zellen sind oft verdickt, so daß das Gewebe im Querschnitt das Aussehen eines Bastbündels bekommt, jedoch sind die Elemente in der Längsrichtung nur wenig gestreckt und nicht prosenchymatisch zugespitzt.

Die Epidermis der Zwiebel hat dünne Außenwände, die Längswände sind (wie auch in der Lamina) gewellt.

Die Parenchymzellen sind stärkeführend, dazwischen verlaufen zwei Reihen von großen, schon mit freiem Auge deutlich wahrnehmbaren Schleimzellen, deren Länge die der umgebenden Parenchymzellen um das Acht- bis Zehnfache übertrifft. Raphidenbündel kommen darin nicht vor. Dagegen treten solche in anderen zwischen den gewöhnlichen Parenchymzellen liegenden stärkefreien Zellen auf, die sich weder durch besondere Größe noch durch Gestalt von den ersteren unterscheiden.

In der Lamina haben die Schlauchzellen einen farblosen Inhalt, ihr Querdurchmesser ist oft geringer als der der übrigen Parenchym- und der Assimilationszellen, hingegen ist ihre Länge eine sehr beträchtliche, indem sie oft das 35fache ihrer Breite (beziehungsweise der Ausdehnung der in dieser Richtung nicht gestreckten Palisadenzellen) beträgt (Taf. III, Fig. 4).

Diese Schläuche *(S)* sind raphidenfrei; an den unteren Querwänden findet man einzelne kleine lichtbrechende Stärkekörner *(St)*, welche bei anderen Gattungen derselben Art wiederkehren. Die Raphiden treten in kürzeren (im Verhältnis zu den Schläuchen) breiten Zellen *(Rz)* auf, welche in regelmäßigen Reihen übereinander gelegen sind (Taf. III, Fig. 5).

Die Gefäßbündel, welche aus der Scheidenunterseite in die Lamina eintreten (auf der Scheidenoberseite sind sie nur in geringer Anzahl in schwacher Ausbildung vorhanden und

endigen daselbst), sind in einer Reihe in den Parenchymbalken angeordnet, zwischen welchen sich Lufträume erstrecken.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich an dieser Stelle die »Abrollbarkeit«[1] der Spiralgefäße in den Blattorganen.

Beim Zerreißen des Blattes reißen die dünnen Wandpartien der Gefäße, während die zähe Spiralfaser sich auf mehrere Zentimeter abrollt, ohne zu zerreißen. Ich habe dieses Umstandes Erwähnung getan, weil es mir scheint, daß er vielleicht als Gattungsmerkmal von gewisser Bedeutung sein könnte. Ich konnte nämlich dieses Verhalten an Arten verschiedener Standorte (Bot. Garten Triest im Freien, Gewächshaus des bot. Gartens in Graz), welche zu verschiedenen Zeiten gesammelt waren (erstere Mitte Dezember, letztere Ende Februar), feststellen.

Ferner kommt diese Eigentümlichkeit den übrigen untersuchten Arten dieser Gattung ebenfalls zu.

Bei *Crinum ornatum* wird das Gefäßbündel der Wurzel im Zentrum von einem Gefäße eingenommen.

In den Blattorganen sind die Raphidenbündel ebenso wie bei *Cr. longifolium* in verhältnismäßig kurzen Zellen gelagert, welche wie dort in Längsreihen parallel mit den Schläuchen und Gefäßbündeln übereinander gelegen sind.

Ferner kommen auch hier lange Schlauchzellen vor, an deren unterer Querwand ebenso wie bei *C. longifolium* kleine Stärkekörner, nur in etwas größerer Anzahl, gehäuft sind. In den langen Schlauchzellen kommen einzelne mächtige Raphiden vor. Auch die »Abrollbarkeit« der Gefäße ließ sich konstatieren.

Bei einer dritten *Crinum* sp., deren Bestimmung ich nicht durchführen konnte, da mir keine blühenden Exemplare vorlagen, traten dieselben Eigentümlichkeiten auf, sowohl in bezug auf die Abrollbarkeit der Gefäße als auch auf die langen Schlauchzellen der Blätter (welche wie bei *Cr. ornatum* einzelne Raphiden enthalten) mit den kleinen Stärkekörnern in der Nähe der unteren Querwand.

Auch dieses Merkmal, welches bei allen drei untersuchten Arten konstant auftritt, scheint für dieselben charakteristisch

---

[1] Vergl. De Bary, l. c. p. 164, Anmerkung 1.

zu sein. Ob dieser Stärke nicht wohl eine besondere physiologische Bedeutung zukommt!

Clidanthus sp.

Die Wurzel zeichnet sich durch lockeres Rindenparenchym aus, welches gegen das Zentrum zu immer kleinzelliger wird. Das Bündel ist von einer Scheide aus polygonalen regelmäßigen Zellen mit sehr stark verdickten Wänden umgeben. Die Hadromelemente sind gegen die Peripherie ziemlich regelmäßig radial angeordnet, während im Zentrum diese Anordnung nicht so deutlich hervortritt.

Die Zwiebel hat stark verdickte Epidermisaußenwände, die jedoch nicht verholzen. Die Parenchymzellen führen Stärke, zwischen diesen sind große Raphidenzellen.

Ein gemeinsames Merkmal sämtlicher untersuchten Amaryllideenarten besteht vor allem in dem Auftreten von Raphidenbündeln in reichlich Schleim führenden Zellen. Dieses Merkmal haben sie mit einigen *Allioideae* gemeinsam *(Agapanthus,*[1] *Brodiaea)*, welch genannten Formen sie näher stehen dürften als den übrigen, die der Raphiden entbehren.

Ein weiteres gemeinsames Merkmal besteht in dem Vorhandensein von Schlauchgefäßen überhaupt, welche in den untersuchten Arten mit Ausnahme der *Allieae*-Gattung *Gagea* nirgends vermißt wurden.

Was den anatomischen Bau der vegetativen Organe im übrigen betrifft, so kann man wohl von einer großen Übereinstimmung zwischen den beiden Gruppen der *Allioideae* und *Amaryllidoideae* reden. Der anatomische Bau der Wurzel bietet keinerlei Besonderheiten dar; das Vorkommen von Raphiden in derjenigen von *Zephyranthes* kann uns nicht wundernehmen, da solche in allen übrigen Vegetationsorganen auftreten. Ebenso sehen wir z. B. bei *Allium*-Arten *(A. Moly)* in den Zellen der Wurzel ebenso wie in Schaft und Blattorganen Krystalle auftreten.

[1] Vergl. Hanstein, Milchsaftgefäße, p. 40.

Was die Schäfte betrifft, so konnte ich, wie erwähnt, dieselben wegen Mangels an Material zum größten Teile nicht untersuchen.

Bei den untersuchten Arten fehlt, wie wir gesehen haben, der mechanische Ring, sein Vorkommen ist hier also allenfalls nicht so konstant wie bei den *Allioideae*. Übrigens ist dies kein durchgreifender Unterschied, da es auch *Allioideae* ohne mechanischen Ring gibt, wie *Gagea lutea*, welche allerdings von den übrigen Allioideen in mancher Hinsicht abweicht, aber auch in solchen Merkmalen, welche eben eine Annäherung an die *Amaryllidoideae* bedeuten.

Ferner kommt auch Vertretern einiger *Amaryllidoideae*-Gruppen *(Haemanthinae, Amaryllidinae, Criniinae)* nach Pax[1] ein mechanischer Ring zu.

In den Blattorganen ist außer den genannten Schläuchen nichts Nennenswertes zu bemerken.

Wir sahen, daß die Epidermis, deren Außenwände stärker oder schwächer verdickt sind, im Besitze einer glatten oder bisweilen skulpturierten Cuticula sein kann.

Die Assimilationszellen sind, ebenso wie bei den Allioideen, zumal in der ersten Reihe unter der Epidermis mehr oder minder gestreckt; auf der Oberseite ist das Assimilationsgewebe meist stärker entwickelt.

Die Gefäßbündel sind in der Lamina nur in einer Reihe angeordnet, welches Verhalten auch in der Gruppe der *Allioideae* vorherrscht. Andrerseits finden wir bei *Zephyranthes candida*[2] dieselben Verhältnisse wie bei *Allium* wieder.

Auf Grund der wenigen Befunde die sich aus der Untersuchung der geringen Anzahl von Arten ergeben konnten, läßt sich nichts Sicheres über die näheren Beziehungen zwischen der Gruppe der *Allioideae* und *Amaryllidoideae* schließen; doch sprechen die obigen Tatsachen dafür, daß solche Beziehungen bestehen.

Das Vorhandensein der vielfach erwähnten Schleim- und Raphidenschläuche insbesondere, scheinen ein wichtiges Merk-

---

[1] Pax in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam., l. c., p. 98 und 103ff.

[2] Vergl. auch Čelakovský, l. c., p. 17.

mal hiefür abzugeben, welchem besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden dürfte.

Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. K. Fritsch, für die anregende Teilnahme sowie für die freundliche Anleitung und Unterstützung an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Nachtrag zu p. 518.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. K. Fritsch kamen mir nach Absendung des Manuskriptes noch zwei Species aus der Gattung *Gagea*: nämlich *Gagea pratensis* Dum. und *Gagea minima* Ker. Gawl. zu, welche ich noch untersuchte und auf die ich an dieser Stelle mit einigen Worten eingehen möchte.

Gagea pratensis (= *Gagea stenopetala* Reichb.) zeigt im anatomischen Bau der Blätter und des Schaftes große Übereinstimmung mit *Gagea lutea*. Das mechanische Gewebe der Zwiebel ist ebenfalls in ganz analoger Weise ausgebildet, wie bei dieser, die Zellen desselben führen Krystalle und zeigen dieselbe Art der Wandverdickung, nur weisen die verdickten Wände keine Tüpfel auf. Auch ist die bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure eintretende Färbung derselben nur eine schwach rötliche.

Gagea minima zeigt im anatomischen Bau der Blätter und des Schaftes keine nennenswerten Abweichungen von den übrigen genannten Arten.

In den Zwiebelschuppen dagegen treffen wir in der Zellage unterhalb der Epidermis nur die Anlage eines mechanischen Gewebes; dieses besteht aus rechteckigen, radial etwas gestreckten, im Verhältnis zu den angrenzenden in tangentialer Richtung sehr langgestreckten Epidermiszellen kleinen Zellen, mit ringsherum gleichmäßig, schwach verdickten Wänden. Krystalle konnte ich in diesen Zellen nicht nachweisen. Die übrigen Parenchymzellen sind reichlich stärkeführend, wie bei den übrigen genannten Arten dieser Gattung. Weiters wäre an diesen beiden Arten nichts Wesentliches hervorzuheben.

Literaturverzeichnis.

Baldrati in Nuovo giorn. bot. italiano, IV, 1897.

Čelakowský J. L. in Abh. der Böhm. Akad., 1903.

De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane.

Engler, Pflanzenreich.

Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien.

Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen.

Flinck J. A., Referat: Beih. des Bot. Zentralbl., Bd. II, H. 1, p. 36.

Glück, Stipulargebilde der Monocotyledonen.

Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Systems.

— Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Auflage.

— Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems, in Pringsheim Jahrb., XIII.

Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe der Rinde.

— Über ein System schlauchartiger Gefäße. Monatsber. der preuß. Akademie, Berlin 1860.

Irmisch, Zur Morphologie der monocotylen Knollen- und Zwiebelgewächse, Berlin 1850.

Lampa E., Untersuchungen über Blattformen bei Liliaceen. Österr. bot. Zeitschr., 1900.

Molisch, Studien über den Milch- und Schleimsaft der Pflanzen. Jena 1901.

— Über Zellkerne besonderer Art. Bot. Zeitung, 1899.

Parkin in Ann. of bot., Bd. 12, 1898.

Regel, Alliorum adhuc cognitorum Monographia. Petropolis 1875.

Schulze R., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen. Englers Jahrb., XVII.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1 und 2. Wurzel von *A. Chamaemoly* (Querschnitt). *G* = Gefäß.

Fig. 3. Zwiebelschuppe von *A. ericetorum* (Querschnitt). *v. Ep.* = verholzte Epidermiszellen, *u. v. Ep.* = unverholzte Epidermiszellen.

Fig. 4. Zwiebelschuppe von *A. paniculatum* (Querschnitt). *v. Ep.* = verholzte Epidermiszellen, *u. v. Ep.* = unverholzte Epidermiszellen.

Fig. 5. Epidermis des Blattes von *A. Victorialis*.

Fig. 6. Längsschnitt durch die Zwiebelschuppe von *Tulbaghia violacea*. *S* = Schlauchzelle.

Tafel II.

Fig. 1. Zwiebelschuppe von *A. Moly* (Querschnitt). *Sk.* = Sclerenchymzellen, *Ep.* = Epidermiszellen.

Fig. 2. Zwiebelschuppe von *A. fuscum* (Querschnitt).

Fig. 3. Blattbasis von *Brodiaea capitata* (Querschnitt). *R* = Raphiden.

Fig. 4. Schaft von *A. flavescens* (Querschnitt).

Fig. 5. Blattrand von *A. Chamaemoly* (Querschnitt).

Tafel III.

Fig. 1. Zwiebelschuppe von *Gagea lutea* (Querschnitt). *Ep.* = Epidermiszellen, *Sk.* = Sclerenchymzellen, *Z* = Zellen mit verdickten Wänden.

Fig. 2. Spaltöffnungen von *Haemanthus coccineus* (Oberflächenansicht). *C*=Cuticula, *Eö.* = Eisodialöffnung.

Fig. 3. Dasselbe im Längsschnitt. *Rw.* = verdickte Stelle an den Radialwänden.

Fig. 4 und 5. Längsschnitt durch das Blatt von *Crinum longifolium*. *Rz.* = Raphidenzellen, *S* = Schlauchzellen, *St.* = Stärkekörner.